كل شئ عن

٣

النجوم

تأليف آن تري هوايت

ترجمة إسماعيل حقي

دار المعارف

هذا الكتاب

تعرض فيه المؤلفة أحدث ما وصل إليه علم الفلك من بحوث بأسلوب جذاب شائق ، خال من الاصطلاحات العلمية إلا الضرورى منها . وهو يعطيك صورة مبدئية وافية عن الكون المادى بحيث لا تنتهى من قراءته إلا ويكون لديك فكرة واضحة عن النجوم وأنواعها ، وخواصها ، ومصدر طاقتها ، وما يفصل بينها من مسافات شاسعة ، وتجمعها فى مدن نجمية ضخمة إلى غير ذلك .

ستشعر بالثقة بنفسك وسيحفزك ذلك إلى متابعة هذه الموضوعات فى الكتب التى تعالجها معالجة علمية أوفى . وسيساعدك على فهم موضوعات الكتاب الصور التوضيحية المتقنة التى لا يخلو منها فصل من فصوله .

من مقدمة

الأستاذ إسماعيل حقى

كل شىء عن

١ - الراديو والتلفزيون
٢ - الصحراء
٣ - النجوم
٤ - الأقمار الصناعية وسفن الفضاء
٥ - الجو وتقلباته
٦ - دنيا الحشرات
٧ - جسم الانسان
٨ - الطيور
٩ - المنطقتان المتجمدتان
١٠ - البراكين والزلازل
١١ - الغريب فى عالم الحيوان
١٢ - الكهرباء
١٣ - المحيطات
١٤ - مجموعة من أشهر المخترعين واختراعاتهم
١٥ - البحر
١٦ - الأنهار العظيمة فى العالم
١٧ - بعض البعثات العلمية الشهيرة
١٨ - الفراشات وأبو دقيق
١٩ - الصخور الكثيرة
٢٠ - المغناطيس
٢١ - انسان ما قبل التاريخ
٢٢ - الوحوش الغريبة فى الماضى
٢٣ - الأدغال

٣٠٠

كل شيء عن

(٣)

النجـوم

(طبعة محدَّثة)

تأليف

آن تري هوايت

ترجمة

إسماعيل حقي

دار المعارف

نشر هذا الكتاب بالاشتراك

مع

الجمعية المصرية لنشر المعرفة والثقافة العالمية

القاهرة

الطبعة الأولى : سنة ١٩٦١

الطبعة الثانية : سنة ١٩٦٦

الطبعة الثالثة : سنة ١٩٦٩

الطبعة الرابعة : سنة ١٩٧٦

الطبعة الخامسة : سنة ١٩٨١

الطبعة السادسة : سنة ١٩٩٠

الطبعة السابعة : سنة ١٩٩٢

هذه الترجمة مرخص بها، وقد قامت الجمعية المصرية لنشر المعرفة والثقافة العالمية بشراء حق الترجمة من صاحب هذا الحق

الناشر: دار المعارف - ١١١٩ كورنيش النيل - القاهرة ج.م.ع.

المشتركون فى هذا الكتاب

المؤلفة:

آن ترى هوايت: نشأت فى ولاية نيو إنجلند وتخرجت فى جامعة براون، ثم حصلت على درجة الماجستير من جامعة ستانفرد.

بدأت التأليف بكتابة الكتب لبناتها لتقرب إلى أذهانهن، وهن فى سن مبكرة، المعانى التى تتناولها الكتب السماوية ومسرحيات شكسبير. ومنذ ذلك الوقت نالت إعجاب جمهور كبير من القراء من الأطفال والراشدين على السواء. ويعتبر كتابها «عوالم مفقودة» من خير ما كتب عن الآثار، كما أن من بين الكتب التى ألفتها ثلاثة كتب يعد كل منها ثورة فى عالم التأليف وهى: «أمريكا قبل التاريخ» و«جورج واشنطون كارفر» و«الإنسان الأول».

المترجم:

إسماعيل حقى: تخرج فى مدرسة المعلمين العليا (شعبة الرياضة) وأتم دراسته بجامعة لندن حيث حصل على درجة البكالوريوس فى الرياضة والمنطق. وعمل بوزارة التربية والتعليم مدرسًا بالمدارس الثانوية، ثم أستاذًا للرياضيات بجامعة بغداد، وعقب عودته عهد إليه الإشراف على المعاهد العالية. ثم أحيل إلى المعاش وهو يشغل وظيفة كبير مفتشى الرياضة.

وبجانب المحاضرات العامة التى كان يلقيها فى الرياضيات والفلك، قام (بالاشتراك مع الأستاذ محمد بكير خليل كبير مفتشى الفلسفة بوزارة التربية) بترجمة كتاب المعرفة البشرية لبرتراند رسل. كما قام بترجمة كتاب «واحد، اثنين، ثلاثة... لا نهاية» وكتاب «السفر إلى الكواكب» وكتاب «الأرض التى نعيش عليها»، وأخيرًا «كل شىء عن النجوم»، وكلها كتب نشرتها هذه الجمعية.

مصمم الغلاف: إيهاب شاكر

محتويات الكتاب

		صفحة
مقدمة المترجم		٧
الفصل الأول	: أين موقعنا من العالم؟	٩
الفصل الثاني	: دوران الأرض حول نفسها وحول الشمس	١٤
الفصل الثالث	: صورة الشمس	١٩
الفصل الرابع	: أقرب جار لنا	٢٨
الفصل الخامس	: قواعد المرور في السماء	٣٨
الفصل السادس	: عطارد	٤٤
الفصل السابع	: خلف ستار من السحب	٤٨
الفصل الثامن	: هل يوجد بالمريخ مخلوقات عاقلة؟	٥٠
الفصل التاسع	: الكواكب الضئيلة الحجم	٥٥
الفصل العاشر	: جاليليو ينظر إلى المشترى	٥٨
الفصل الحادى عشر	: الكوكب ذو الحلقات	٦٤
الفصل الثانى عشر	: ثلاثة استكشافات	٦٨
الفصل الثالث عشر	: المذنبات والنيازك	٧٣
الفصل الرابع عشر	: النجوم عديمة وبعيدة	٧٨
الفصل الخامس عشر	: أحجام النجوم ولمعانها وسرعاتها	٨٥
الفصل السادس عشر	: رفقاء في السماء	٩١
الفصل السابع عشر	: النجوم المتغيرة اللمعان	٩٨
الفصل الثامن عشر	: التوابض والثقوب السوداء	١٠٤
الفصل التاسع عشر	: مجرتنا – ومجرات أخرى	١٠٦
الفصل العشرون	: هل توجد عوالم أخرى يقطنها بشر؟	١١٢
أهم الكلمات والمصطلحات الفلكية الواردة بالكتاب		١١٨

مقدمة المترجم

أيها القارئ الشاب:

إنك تسمع كثيراً أننا نعيش في عصر الفضاء وعصر الصواريخ، وتسمع عن غزو الإنسان للفضاء ونزوله على القمر، وتسمع عن الكواكب والسيارات والأقمار، وعن وجود حياة في عوالم أخرى غير الأرض، وتتطلع إلى السماء فترى تلك النقط اللامعة التي تسميها نجوماً ترنو إليك من عليائها، فتتساءل عن هذا الكون العجيب الذي تعيش فيه، وتود أن تعرف عنه ما يجعلك تتبع ما تسمعه وما تقرؤه في الصحف والمجلات عن هذه الموضوعات بفهم وإدراك، وتبحث عن كتاب يشبع رغبتك ويعطيك فكرة عامة عن الكون دون أن يرهقك ببحوثه الرياضية العويصة واصطلاحاته الفنية المعقدة.

وهأنذا أقدم لك الكتاب المنشود، أترجمه لك من اللغة الإنجليزية، ففيه تعرض المؤلفة أحدث ما وصل إليه علم الفلك من بحوث بأسلوب جذاب شائق خال من الاصطلاحات العلمية إلا الضروري منها، وسيعطيك صورة مبدئية وافية عن الكون المادي بحيث لا تنتهي من قراءته إلا ويكون لديك فكرة واضحة عن النجوم وأنواعها، وخواصها، ومصدر طاقتها، وما يفصل بينها من مسافات شاسعة، وتجمعها في مدن نجمية ضخمة، إلى غير ذلك.

ستشعر بالثقة بنفسك، وسيحفزك ذلك إلى متابعة هذه الموضوعات في الكتب التي تعالجها معالجة علمية أرقى.

وستساعدك على فهم موضوعات الكتاب الصور التوضيحية المتقنة الواضحة التي لا يخلو منها فصل من فصوله.

وقد ذيلت الكتاب بقائمة لأهم الأسماء والمصطلحات الواردة بالكتاب، وترجمتها إلى اللغة العربية، حثاً لك على الاطلاع على الأصل الإنجليزي، أو على كتب مماثلة أخرى.

وإلى اللقاء مع كتب أخرى قادمة.

إسماعيل حقي



الفصل الأول

أين موقعنا من العالم؟

عندما تنظر إلى السماء عقب غروب الشمس، وترى أول نجم يلمع في عتمة الليل المبكر، فإنك تشعر على الدوام بنشوة كبرى، وبمجرد أن تلمحه تجده كشرارة صغيرة تلمع في شدة إصرار، حتى ليبدو كأنه مصباح كهربي أضاءته فجأة يد خفية. وفي الواقع كان كثير من القدماء يعتقدون أن أرواحًا سماوية تتنقل خلال السماء وتشعل النجوم واحدًا بعد آخر. ولا يمكن أن نلومهم؛ فهي تبدو لنا كذلك أيضًا. ولكن معلوماتنا تزيد على معلوماتهم كثيرًا. فالنجوم موجودة أيضًا طول النهار، وهي تلمع نهارًا وليلًا. والسبب الوحيد في أننا لا نراها بالنهار هو أن السماء الزرقاء تكون بالنهار شديدة الضياء بحيث يطغى نورها على لمعان النجوم.

ثم يخيم الظلام ببطء وتظهر نجوم كثيرة نجمًا بعد نجم، وتبدأ في عدّها، ثم لا تلبث أن تعدل عن ذلك قائلا: «إن النجوم لا حصر لها». ويظل وجهك مرفوعًا نحو السماء وقد استولى عليك العجب والدهشة. وإذا كانت الليلة غير مقمرة وكنت بعيدًا عن أضواء المدينة، التي تقلل من وضوح النجوم، فإنك ترى منظرًا من أروع المناظر الطبيعية.

وعندما تتأمل السماء يبدو لك أنها قبة كبيرة فوق رأسك، وأن النجوم مثبتة فى هذه القبة الهائلة. والنجوم لا تبدو بعيدة جدًا، بل يخيل إليك أنها على بعد ميل واحد أو ميلين على الأكثر. ومن عجب أنها جميعًا، برغم تألق بعضها وخفوت بعضها الآخر، تبدو أنها على بعد واحد تقريبًا.

وستلاحظ أن بعض النجوم تنتظم فى مجموعات كما لو كانت مرتبطة بعضها ببعض، وتسمى هذه المجموعات بالكوكبات. ولكن سيكون من العسير عليك أن ترى فى الكوكبات تلك الصور التى كان القدماء يرونها فيها. فمهما حاولت فلن تجد مجموعة من النجوم تتخذ صورة ثور أو كلب أو أسد أو وحش برى مخيف، أو أى واحد من الأبطال الذين تزخر بهم الأساطير اليونانية. وقد تلتقط مجموعة على هيئة U أو V أو W ولكن لا شىء غير ذلك تقريبًا ولكنك ستجد فى الشمال وعاء الدب الأكبر[1] وهو مكون من سبعة نجوم لامعة وستعرف الوعاء كصديق مألوف لك؛ لأنه أحد المجموعات القليلة التى تتخذ فعلا الشكل الذى تسمى.

والآن وقد تلمست موقع وعاء الدب الأكبر فإنك تشعر بالثقة بنفسك، وأنك تعرف طريقك. وتنتقل عينك من نجم لامع إلى نجم لامع حتى تستقر أخيرًا على أروع منظر فى السماء - ذلك الحزام الأبيض العريض الخافت الذى يمتد خلال السماء كلها ويقسمها إلى نصفين متساويين. ولعلك تعلم أن ذلك الحزام هو الذى يعرفه العامة فى مصر باسم درب التبانة، والذى كان العرب يسمونه المجرة[2]، كما كانوا يصفونه بأم النجوم. ولعلك سمعت أن حزام المجرة يحتوى على ملايين النجوم، ولكنك مهما حاولت فلن تستطيع أن تميز كلا منها على حدة. وستتساءل متعجبًا: «لماذا يوجد فى حزام المجرة نجوم أكثر مما يوجد خارجه؟».

ثم تنتقل بعد ذلك إلى السؤال: «إن الأرض التى أقف عليها هى أيضًا جرم سماوى، وهى أيضًا تحتل مكانًا ما فى الفضاء بين هذه النجوم. ولكن أين؟ أنا أعلم أنها تابعة للشمس لأنها تدور حولها، ولكن ما هو موقع الشمس من تلك النجوم التى تبدو قريبة جدًا فوق رءوسنا؟».

---

(١) يجد القارئ صورة لوعاء الدب الأكبر فى الفصل السادس عشر.

(٢) ويطلق عليه فى اللغة الإنجليزية وغيرها ما ترجمته «الطريق اللبنى» ويطلق عليه اسم «حزام المجرة». أما كلمة مجرة فقد أصبحت تطلق الآن على كل سديم نجمية. وسيأتى شرح ذلك فيما بعد.



تبدو إحدى الكوكبات كأنها تتخذ صورة تنين ٢٠

إنه يخيل إليك أن معلوماتك عن النجوم قليلة جدًا، ولكن سؤالك هذا يبين أن معلوماتك تزيد كثيرًا على معلومات حكماء العصور القديمة؛ إذ لم يخطر ببالهم قط أن يسألوا: «أين مكاننا من العالم؟» فقد كانوا يعتبرون من الأمور المسلم بها أن الأرض هى مركز الكون، وأن الشمس والقمر والنجوم لم تخلق إلا لخدمة الأرض – لتمدنا الشمس بالضياء نهارًا، والقمر والنجوم به ليلا. إذ من ذا يشك فى ذلك؟ ألا يرى كل من له عينان أن الشمس تشرق من جهة الشرق، ثم تتحرك فوق الأرض، ثم تغرب من جهة الغرب؟ وأن القمر والنجوم هى أيضًا تشرق وتغرب مثل الشمس؟

إننا الآن نعرف خيرًا من ذلك: فنحن نعلم أن الشمس تبدو ظاهريًا فقط كأنها تشرق وتغرب، وأن النجوم تبدو ظاهريًا فقط كأنها تدور حول الأرض، لأننا نعلم أن دوران الأرض هو الذى يجعل الشمس والنجوم تبدو كأنها هى التى تدور حول الأرض.

ولكن يجب ألا ننسب لأنفسنا فضلا أكثر مما ينبغى، فإننا لا نزيد حكمة عن القدماء. حقًا إننا جميعًا تقريبًا نعرف أكثر مما كانوا يعرفونه، ولكن ذلك يعود إلى حد ما إلى أننا نقف فوق أكتافهم، نضيف معلوماتنا إلى معلوماتهم. أضف إلى ذلك أن أصبح فى حوزتنا فى مدة الثلثمائة السنة الأخيرة جهاز عجيب يسمى المنظار الفلكى، وقد مكننا هذا المنظار من رؤية عدد من الأجرام السماوية يزيد كثيرًا جدًا على تلك التى يمكن أن نراها بالعين المجردة، كما أنه يجعلها تبدو أقرب كثيرًا. وهذه – كما ستجد فيما يلى – ميزة كبرى نمتاز بها على القدماء.

ونتيجة لاستخدام المنظار الفلكى فى رصد الأجرام السماوية، وجمع معلومات من هنا وهناك، والوصول بين حين وآخر إلى استكشاف قانون هام من قوانين الطبيعة، وإجراء عمليات رياضية معقدة، تمكن الفلكيون من جمع معلومات وافرة عن الشمس والقمر والنجوم، ويستطيع العلماء الآن رسم خرائط للقمر يستطيع أن يسترشد بها رواد الفضاء، وبلغ إلمامهم بالشمس ما مكنهم من أن يصوروا فى دقة متناهية البقع التى تظهر على سطحها. كما أصبحوا يعرفون أحجام النجوم، ودرجة حرارتها والمواد التى تتكون منها، وسرعتها، والاتجاه الذى تتحرك فيه. ويستطيعون أن يميزوا بين النجوم القريبة والنجوم البعيدة، بل إنهم يستطيعون

الإجابة عن السؤال الذى سألته منذ قليل – فقد تمكنوا من تحديد الموقع الذى تشغله أرضنا فى الفضاء!

قلب وجهك فى السماء وانظر إلى حزام المجرة. إن هذا الحزام الأبيض الغامض هو موطننا. إنه ينتمى إلينا ونحن ننتمى إليه. والشمس والأرض وجميع الكواكب السيارة هى جزء من هذا الممر المضىء الذى يقسم السماء إلى نصفين. إن حزام المجرة هو موطننا فى السماء.



الفصل الثانى

دوران الأرض حول نفسها وحول الشمس

إن النجوم التى تعلو رءوسنا مباشرة فى سماء الليل لتبدو حقًا كأنها أقرب إلينا من الشمس التى غربت منذ قليل. ولكننا نعلم أن ذلك مجرد خداع نظر. فالنجوم أبعد من الشمس بما لا يقارن. ونحن نعلم ذلك لأننا نرى النجوم كمجرد نقط ضوئية فى حين أن الشمس تبدو كقرص.

وقرب الشمس هو الذى يجعلها تبدو كقرص لا مجرد نقطة ضوئية. والواقع تعتبر الشمس، بالقياس إلى الأبعاد الفلكية، قريبة جدًا منا. وهى نجمنا الخاص. وجميع الشموس الأخرى، التى نسميها نجومًا، بعيدة عنا بعدًا شاسعًا بحيث إنها لا تبدو لنا، حتى خلال أقوى المناظير الفلكية، إلا كنقط ضوئية. وهى فى الواقع من البعد بحيث إن الضوء الصادر من أقربها إلينا، يستغرق أربع سنوات وربع سنة فى الوصول إلينا. ولعلك تعلم أن الضوء هو أسرع شىء فى الوجود. فهو يدور حول الأرض ثمان مرات تقريبًا فى الثانية الواحدة. وهكذا تعتبر الشمس بالقياس إلى أقرب النجوم، كأنها على مرمى حجر. وهى من القرب بحيث إن الضوء يقطع المسافة التى تفصلنا عنها فيما يزيد قليلا على ثمان دقائق فقط.

ومما لا شك فيه أن الشمس هى أروع شىء فى السماء. ولا عجب إذن أن بعض القدماء اتخذوها إلهًا وعبدوها. ولا عجب أنهم كانوا يعتقدون أنها تدور حول الأرض لتشرف عليها، كما يشرف المالك على ملكه. ولتطمئن إلى أن كل شىء على ما يرام. إذ من السهل أن يقع المرء فى مثل هذا الخطأ. فإننا أنفسنا لم نصدق أن الأرض هى التى تدور حول الشمس إلا بعد عناء كبير.

وإن الإدراك العام يجعلنا لا نستطيع أن نتصور أن شيئًا ضخمًا وثقيلا مثل الأرض يمكن أن يتحرك. ولكننا تعلمنا بالخبرة المرة أننا لا نستطيع أن نعتمد على أعيننا – أو على العموم على حواسنا – فى إصدار حكم فى مثل هذه الأمور. ونحن الآن نعلم أن الأرض تدور، وأنها تتم دورة كاملة حول نفسها فى كل ٢٤ ساعة. وهى تدور فى هوادة بحيث إننا لا نشعر بحركتها على الإطلاق.

ومما يجعلنا لا نحس بحركة الأرض أن كل شىء عليها يتحرك معنا، بما فى ذلك الهواء والسحب. ونحن لا ندرك هذه الحركة إلا بملاحظة الشمس والنجوم لأن الحركة لا يمكن إدراكها إلا بإسنادها إلى شىء ثابت أو متحرك بسرعة أخرى ومعظمنا مرت به مثل هذه التجربة، وهى أن يكون بقطار يقف بجوار قطار آخر، وإذا به يرى القطار الآخر يبدأ فى التحرك إلى الخلف بهدوء، ثم ينظر من النافذة التى بالجانب الآخر وإذا به يرى أن المنازل والأشجار تتحرك هى أيضًا إلى الوراء. عندئذ يدرك أن قطاره هو الذى يتحرك، وأن القطار الآخر لايزال ساكنًا فى مكانه.

والأرض تجرى فى الفضاء دون أن تبذل أى مجهود، ودون أن تحدث أية هزة أو رجة فى أثناء جريانها. وعندما يدور المكان الذى نعيش فيه حتى يقترب من الموضع الذى تصله أشعة الشمس يخيل إلينا أن الشمس ترتفع فوق الأفق من الشرق، ويبدأ نهار جديد. وعندما نستمر فى الدوران حتى نبدأ فى الابتعاد عن أشعة الشمس يخيل إلينا أن الشمس تختفى تحت الأفق فى الغرب ويكتنفنا ليل جديد.

نهار يعقبه ليل، وليل يعقبه نهار، والأرض تدور بلا توقف ولا نهاية. وقد بدأت فى هذا الدوران منذ ٤٥٠٠ مليون سنة، وستستمر فى حركتها هذه ملايين عديدة أخرى من السنين، ولا تبطئ حركتها بقدر ثانية واحدة فى مدى مائة ألف سنة.

قلنا إن الشمس قريبة جدًا من الأرض، ولكنها قريبة فقط بالقياس إلى أبعاد



إن مدار الأرض حول الشمس ليس تام الاستدارة

النجوم. إذ أن الشمس، فى الواقع، تبعد عن الأرض بمقدار ١٥٠ مليون كيلو متر تقريبًا. وهذه المسافة تتغير تغيرًا طفيفًا، لأن المسار الذى تتحرك فيه الأرض حول الشمس ليس تام الاستدارة، بل إنه شكل بيضاوى، ولذلك فإن بعد الأرض عن الشمس يتوقف على موضع الأرض فى مدارها. ثم إن الشمس لا تقع فى مركز الشكل البيضاوى تمامًا بل تبعد عنه قليلا.

وطول مدار الأرض حول الشمس يزيد كثيرًا على ١٥٠ مليون كيلو متر. والأرض وهى تندفع فى مدارها بسرعة ١٠٧٠٠٠ كيلو متر فى الساعة، تستغرق ٣٦٥ يومًا وربع يوم لإتمام دورتها حول الشمس. وعندما تتم دورة كاملة نقول: «لقد مضت سنة أخرى». لأن ذلك هو معنى السنة - رحلة حول الشمس طولها نحو ٩٦٠ مليون كيلو متر.

والفصول؟ ما بالها؟ هل تنشأت نتيجة اختلاف بعد الأرض عن الشمس حسب موقعها فى مدارها؟

من الطبيعى أن نظن ذلك. ولكن لا يعود اختلاف الفصول إلى اختلاف بعد الأرض عن الشمس فقط. والسبب الحقيقى فى اختلاف الفصول يختلف عن ذلك

تمامًا. فإن ما يسبب اختلاف الفصول هو ميل محور الأرض الذى تدور حوله. فالأرض، وهى تدور حول الشمس، تدور حول محور يميل على مستوى دورانها حول الشمس بزاوية تبلغ ٢٣° وهذا المحور ثابت الاتجاه فى الفضاء، أى أن القطب الشمالى يشير دائمًا إلى المكان نفسه فى السماء، (وإن كان موقع هذا المكان يتغير بين النجوم ببطء شديد على مدى السنين) ومعنى هذا أن أحد القطبين، الشمالى أحيانًا، والجنوبى أحيانًا أخرى، يكون مائلا نحو الشمس. وعندما يكون القطب الشمالى هو المتجه نحو الشمس، فإن الفصل فى نصف الكرة الشمالى يكون صيفًا، وعندما يكون متجهًا بعيدًا عن الشمس فإن الفصل يكون شتاءً.

وبالطبع، بصفة عامة، تتلقى الأرض فى كل شهر القدر نفسه، من حرارة الشمس تقريبًا؛ لأنه إذا كان الفصل شتاءً فى مكان، فإنه يكون صيفًا فى مكان آخر. أما مقدار الحرارة التى يتلقاها مكان معين فيتوقف على موضع ذلك المكان من سطح الأرض. ففى ديسمبر من كل عام يكون القطب الشمالى مائلا بعيدًا عن الشمس، ولذلك فإن الشمس لا تضىء القطب الشمالى خلال ذلك الشهر قط. وفى المناطق الشمالية تشرق الشمس متأخرة من نقطة تقع جنوب الشرق كثيرًا، ولا ترتفع فى السماء كثيرًا عند الظهر. ويكون النهار قصيرًا والليل طويلا. ويكون الجو باردًا - لأن أشعة الشمس، بدلا من أن تصل عمودية على الأرض، تصل إليها مائلة.

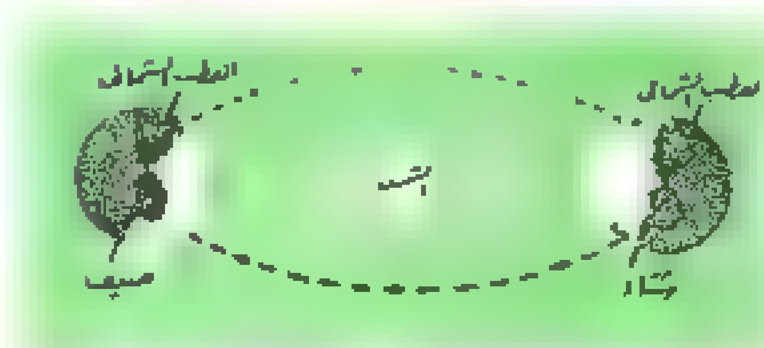
وبعد مضى ستة أشهر، فى شهر يونية، تكون الأرض قد انتقلت إلى الجهة الأخرى من مدارها ويصبح القطب الشمالى مائلا نحو الشمس. عند ذلك عند قمة الدنيا، يبتهج الناس لأن الليالى الطويلة الباردة تكون قد ولت. والشمس تدور وتدور فى السماء وهى على الدوام فوق الأفق ولا تغرب أبدًا فى ذلك الشهر. وفى المناطق الشمالية الأخرى يصبح النهار طويلا ويبلغ فى بعض البلاد: مثل واشنطن، وجميع البلاد التى فى خط عرضها شمالا، ست عشرة ساعة. ويكون الجو دافئًا ممتعًا، وترتفع الشمس عالية فى السماء وقت الظهيرة وتكاد أشعتها تصل إلى الأرض فى اتجاه عمودى.

وما الذى يحدث فى الربيع وفى الخريف؟

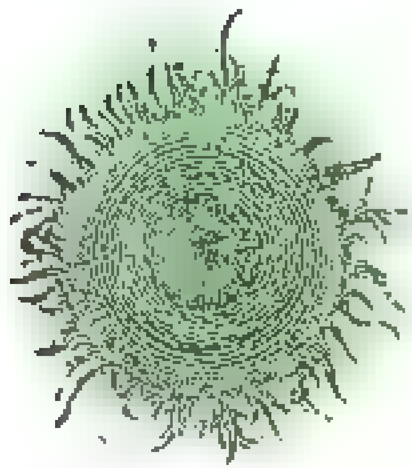
بين الصيف والشتاء، لا يكون محور الأرض مائلا نحو الشمس ولا بعيدًا منها، وإنما يكون مائلا ميلا جانبيًا فحسب. وفى ٢١ من مارس تكون أشعة الشمس

عمودية تماماً على خط الاستواء ويكون الفصل ربيعاً. وفي ٢٢ من سبتمبر تكون أشعة الشمس عمودية مرة أخرى على خط الاستواء ويكون الفصل خريفاً. وفي هذين اليومين فقط يتساوى الليل والنهار.

ولو أن محور الأرض لم يكن مائلاً، بل كان عمودياً على مستوى المدار، لكان الأمر على العكس، ولكان الليل والنهار متساويين في كل مكان على سطح الأرض، ولكانت الشمس تشرق من الشرق تماماً وتصعد على الدوام إلى الارتفاع نفسه في السماء، ويتوقف الارتفاع الذي تصل إليه الشمس على شيء واحد فقط وهو بعد المكان عن خط الاستواء شمالاً أو جنوباً، ولكان لكل مكان طقسه الخاص الثابت الذي لا يتغير، ولانعدمت الفصول فلا يكون هناك صيف ولا شتاء ولا ربيع ولا خريف.



في المناطق الشمالية تكون أيام الصيف طويلة ودافئة



الفصل الثالث

صورة الشمس

لقد اعتدنا أن نتصور أن الأرض المحيطة بنا هائلة وهي بالفعل كرة بالغة الضخامة، إذ إن قطرها يبلغ نحو ١٢٦٠٠ كيلومتر، ومحيطها نحو ٤٠٠٠٠ كيلومتر. فماذا يبلغ حجمها بالنسبة إلى الشمس؟ أهي ربع الشمس أم عشرها؟

الواقع أن الأرض، بالقياس إلى الشمس، ضئيلة جداً، إذ يمكنك أن تحشر في الشمس مليوناً وثلاثمائة ألف كرة أرضية.

ولكن من العسير تصور مثل هذه الأعداد البالغة الضخامة، فلنفرض أنه يمكن أن نكمش الشمس والأرض حتى يصبح كل منهما جزءاً من ألف مليون جزء من حجمهما الأصلي، عند ذلك تصبح الشمس كرة قطرها متر ونصف متر، في حين تصبح الأرض حصاة ذهبية صغيرة جداً تدور على بعد ١٣٥ متراً من الكرة التي انكمشت إليها الشمس، حتى تكاد لا تبين وهي على هذا البعد.

نستطيع في هذين النموذجين أن ندرك مدى ضخامة الشمس بالنسبة إلى الأرض، ونحن الذين نعيش على هذه الحصاة الذهبية الصغيرة نعتمد اعتماداً كلياً على تلك الكرة التي يبلغ قطرها متراً ونصف متر، [illegible] ندور حولها على الدوام.

لأن الشمس هي من الناحية المادية أهم شيء لحياتنا. فهي التي تمدنا بالضوء والحرارة، وهي التي بتبخيرها لمياه الأرض، تسبب سقوط الأمطار وهي التي بتسخين طبقات الهواء بدرجات مختلفة، تسبب هبوب الرياح. وهي التي تمد النبات بالغذاء، والنبات بدوره يمد الحيوانات ويمدنا بما نحتاج إليه من طعام. وهي التي تمدنا بمصادر القوة، لأن الخشب والفحم والبترول ومساقط المياه كلها من صنع الشمس.

ما أضخم كمية الضوء والحرارة التي تصبها الشمس على الأرض للقيام بكل ذلك. ومع ذلك فإن نصيب الأرض مما تشعه الشمس في جميع الجهات ضئيل للغاية. ويبلغ حرارة الشمس حدًا يجعل أشد نيران الأرض باردة بالقياس إليها، إذ تبلغ درجة حرارة سطح الشمس ٦ درجة مئوية. ولا يمكن رفع حرارة أي شيء على الأرض لمثل هذه الدرجة إلا لجزء من الثانية. ومع ذلك فإن درجة حرارة باطن الشمس تعلو عن ذلك بكثير، إذ تبلغ ٢ مليون درجة مئوية.

وفي الثانية الواحدة تصب الشمس في الفضاء أكثر من أربعة ملايين طن من الطاقة. وكلمة «طن» ليست مجرد تعبير مجازي نستخدمه لأن الطاقة كالمادة لها وزن، وحتى الضوء الصادر من المصباح الكهربي العادي له وزن وإن كان وزنه يستطيع ضئيلا للغاية بحيث لا يمكن قياسه. أما الضوء الصادر من الشمس فيزن ملايين الأطنان. ومن ملايين الأطنان هذه لا يصل الأرض إلا نحو كيلو جرامين في الثانية. ويمكنك بعملية حسابية بسيطة أن تصل إلى أن ما يصيب الأرض في اليوم يبلغ ١٧٣ طنا. وهذا العدد يبدو صغيرًا جدًا بجانب الأعداد الكبيرة التي مر ذكرها. ولكن إذا كان عليك أن تدفع ثمن ما تمدنا به الشمس من ضوء وحرارة بلا مقابل، فإن عليك أن تدفع ٦٨ جنيه في الساعة الواحدة. وهذا العدد كبير جدًا لدرجة أن كثيرًا من الناس لا يستطيعون فهمه فضلا عن فهمه.

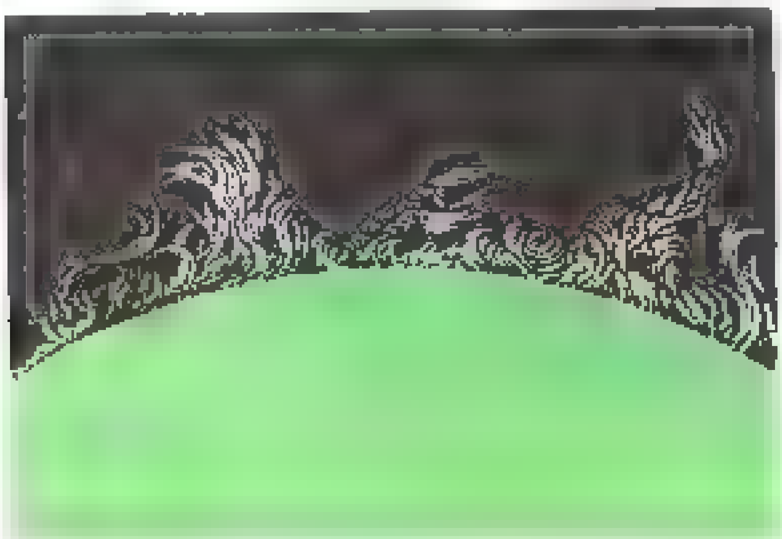
ولكن ما الذي يجعل الشمس تطلق هذا القدر الهائل من الطاقة باستمرار؟ إننا نعلم أن النار تنطفئ إذا لم نزودها بما يجعلها تستمر في الاشتعال. ونعلم أننا نضعف ونفقد القدرة على بذل أي مجهود إذا لم نزود جسمنا بالطعام. فإذا كانت الشمس تفقد أربعة ملايين طن من الطاقة في الثانية الواحدة دون أن تزود من الخارج بشيء، فلماذا إذن لا تخمد؟ والجواب أنها ستبرد فعلا بمضي الزمن. بعد

أن الوقت الذي ستفقد فيه الجزء الأكبر من طاقتها وتصبح باردة بعيد بعد يقدر بملايين السنين بحيث لا داعي لأن يشغل الناس أنفسهم به. حقا إن الشمس تستهلك مادتها لتشع طاقتها من ضوء وحرارة وغيرها. ولكن الشمس بالغة الضخامة، وتستهلك مادتها باقتصاد شديد للغاية بحيث إنها لا تستهلك من موادها إلا جزءا من مليون مليون جزء ١ في السنة.

وبذلك فإن الشمس برغم أنها ظلت ترسل طاقتها ملايين عديدة من السنين، فإنها لاتزال حارة للغاية. وقد يحدث من شدة الحرارة أنه وهي على بعد ١٥٠ مليون كيلو متر تبهر عيوننا ولا نستطيع أن نثبت فيها أبصارنا.

وإذن ما هي المادة التي تتكون منها الشمس؟ بالطبع لا يمكن أن تكون مادة بالغة الحرارة كالشمس جسمًا صلبًا.

لا يمكن بالطبع. وبذلك فالشمس هي كرة ضخمة من الغازات المتوهجة وجميع الغازات التي نعرفها في الأرض أخف بكثير من أي سائل. أما في الشمس فإن جزيئات الغاز مكبوسة بعضها إلى بعض كبسًا شديدًا بحيث إنها في متوسط ثقل من الماء. وهذه الجزيئات لا تعرف السكون مطلقا فهي تجيش وتتزاحم وتندفع في سرعة من اللهيب كالنافورات. ويبدو الشمس للعين قرصا سويًا واضح الحافة وسبب ذلك أنها تلمع لمعانًا شديدًا بحيث إننا لا نستطيع أن نرى معالمها بوضوح



تندلع من سطح الشمس نافورات من الغاز المتوهج يصل ارتفاعها إلى كيلومترات عديدة

ولكي نرى مقدمتها بوضوح علينا أن ننتظر حتى يحدث كسوف كلي فنرى تلك النافورات الغازية المتوهجة تندفع من حافتها عند ذلك ندرك مدى الاضطراب الشديد الذي يسود الشمس. ولكن الآن لسنا في حاجة إلى انتظار كسوف كلي فقد أمكن اختراع منظار به جهاز يغطي قرص الشمس فيبدو كما لو كانت في حالة كسوف كلي. ومن ثم فقد اصبح في الإمكان في أي وقت رؤية ألسنة اللهب وهي تندفع من الشمس فنستطيع أن نرى النافورات الغازية الملتهبة وهي تندفع من سطح الشمس وترتفع إلى مئات الآلاف من الكيلومترات ونستطيع أن نرى فيما يلي ذلك هالة الشمس الفضية الغامضة، التي تكوّن طبقة جو الشمس الخارجية والتي لا تشبه بحال جو الأرض وهالة الشمس حارة جدًا ورقيقة جدًا، وتحتوي على بخار من الحديد والنيكل والكلسيوم. ومن الممكن عندما تكون الشمس في حالة كسوف كلي تتبع هذه الهالة إلى عدة ملايين من الكيلو مترات بعيدًا عن الشمس.

وتعد الغازات الملتهبة التي تكون هالة الشمس، بجانب فوراتها وتدافعها إلى أعلى ثم سقوطها، في حالة دوران مستمر أيضًا لأن الشمس، كالأرض، تدور حول محورها على الدوام. ومن كان محور دوران الشمس محدد وكيف عرفنا ذلك؟ عرفناه من البقع التي تظهر على سطح الشمس فهذه البقع تتحرك كلها متجهة جميعها في اتجاه واحد.

وقد تصاب بخيبة أمل إذا سمعت أن الشمس ليست كرة تامة الكمال. ولقد صدم العالم عندما عثر العالم الإيطالي الكبير جاليليو على هذه الحقيقة ولكن ما من شك في وجود هذه البقع المعتمة على سطح الشمس. وقد يتاح لك في إحدى المرات أن تراها حتى بالعين المجردة، بشرط أن تنظر إلى الشمس خلال زجاج مدخن لتحمي عينيك من وهجها. والبقع كبيرة حقًا إذ يجب أن يبلغ اتساعها أكثر من ١٥ كيلومترًا حتى يمكن أن نراها من الأرض، وأحيانًا يصل اتساعها إلى أكثر من ذلك بكثير. وفي سنة ١٩٤٧ شوهدت بقعة بلغت مساحتها ٣ مليون كيلو متر مربع ومن الممكن أن تبتلع أكثر من مائة كرة أرضية

وعادة ترى البقع الشمسية في مجموعات. وإذا شاهدت واحدة فقط فكن على ثقة أنها آخر واحدة من مجموعة بقع تلاشت واحدة بعد أخرى؛ لأن البقع الشمسية تظهر في مجموعات وفي بادئ الأمر تأخذ البقع في الاتساع ثم بعد



الشمس تزود الأرض بالحرارة والضوء وهي التي تسبب هبوب الرياح

أسبوع أو نحو ذلك، ما نجده في الشمس بوجه عام ويمكنك أن ترقبها وهي تتحرك يومًا بعد يوم يتضح لك أن الشمس تدور حول نفسها، وإن كان دورانها ليس كدوران الأرض تمامًا، لأن البقع القريبة من وسط الشمس تتحرك بسرعة أكبر من السرعة التي تتحرك بها البقع البعيدة عن وسط الشمس، سواء الواقعة أعلاه أو أسفله. وهذا بالطبع دليل أكيد على أن الشمس ليست جسمًا صلبًا؛ إذ لو كانت كذلك لكان السطح كله يدور كتلة واحدة.

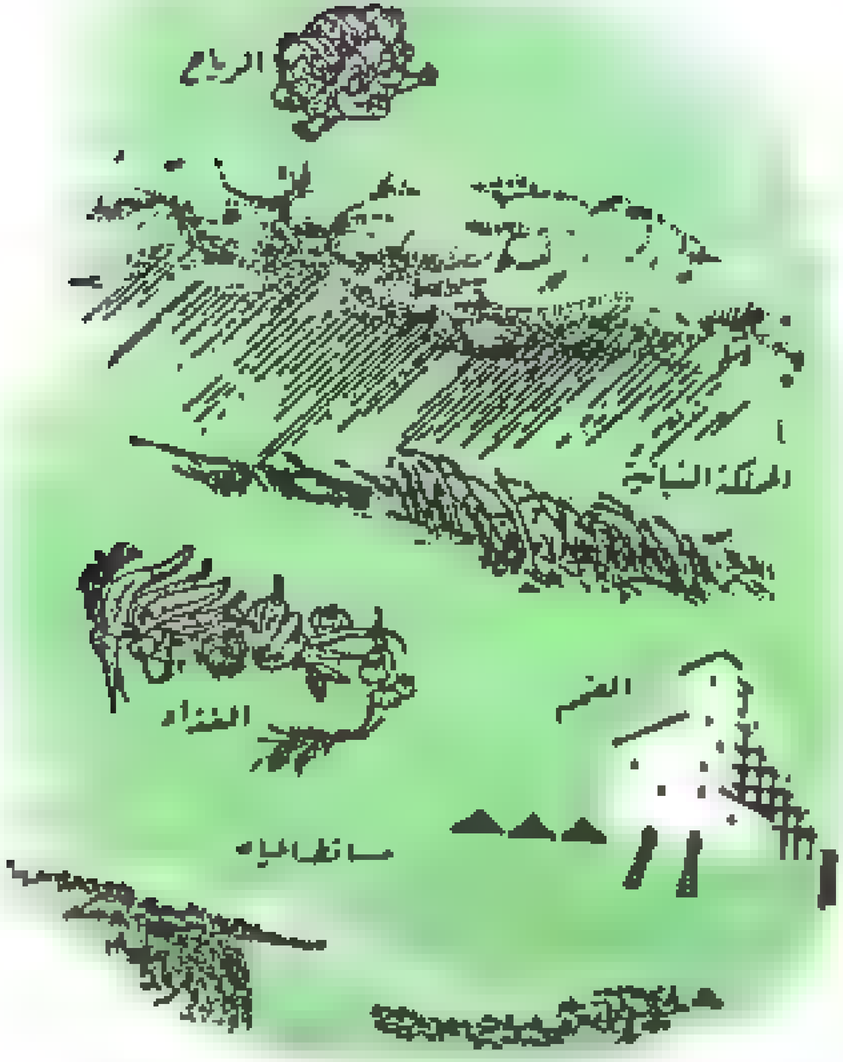
وبمراقبتنا لحركة البقع خلال وجه الشمس، تمكنا من معرفة طول « يوم» الشمس – أي الزمن الذي تدور فيه الشمس حول محورها دورة كاملة. ونحن الآن نعرف أن مدة الدوران عند خط استواء الشمس يبلغ نحو خمسة وعشرين يومًا، وعند القطبين أكثر من شهر. ولذن نستطيع القول بأن «يوم» الشمس أطول من ثلاثة أسابيع ولكن طوله يختلف باختلاف خطوط العرض.

وليست البقع الشمسية بالطبع مظلمة حقًا، ولا يمكن أن يكون شيء ما على سطح حار كسطح الشمس مظلمًا. ولو أمكن عزل البقع وحدها في السماء فإنها ستلمع كالنجوم. ولا تبدو البقع مظلمة إلا لوجودها وسط أجزاء أخرى من الشمس أشد لمعانًا منها. وليس لكونها تبدو مظلمة سوى تفسير واحد، وهو أنها أبرد من الأجزاء المحيطة بها – أبرد بمقاييس الشمس؛ إذ أنها في الواقع ساخنة جدًا – فدرجة حرارتها تبلغ ٤٠٠٠° مئوية أو ما يقاربها.

ما هي تلك البقع الغامضة التي تظهر وتختفي وتدور مع سطح الشمس؟

لا نعلم بالضبط. ولكن الاعتقاد السائد أن المجال المغناطيسي للشمس هو المسئول عن تكوينها، وهي شبيهة بالزوابع الأرضية فالغازات التي بالبقع ترتفع وتنخفض وهي تدور كالدوامة. وتذكرك حركتها الدورانية بالإعصار.

أما عدد البقع الشمسية التي نستطيع أن نراها في وقت ما فيختلف مع السنين؛ ففي سنة فقيرة بالبقع قد نرى خمس مجموعات منها. أما في السنوات التي تنشط فيها البقع فقد نرى ٣٠٠ أو ٤٠٠ مجموعة. ولكن سيلفت نظرك أمر غريب ذلك أن ظهور البقع يتكرر في صورة نظام دوري. إذ يكثر عدد البقع كل إحدى عشرة سنة تقريبًا ثم يقل عددها حتى تعود بعد إحدى عشرة سنة، السنة الغنية بالبقع مرة أخرى.



الخشب والفحم والبترول كلها من صنع الشمس

وتكرار ظهور البقع الشمسية ثم تلاشيها يدل على أمر مؤكد، وهو أن الشمس التي تبدو لنا بهذا الهدوء والاستقرار – هي في الواقع مسرح لأشد أنواع العنف والاضطراب، فالإشعاعات التي تدفق الحرارة والضوء من جوف الشمس إلى سطحها، تحدث بها على نطاق واسع دورة البقع هذه التي تتكرر كل إحدى عشرة سنة ولا تختلف كل دورة عن سابقتها إلا في أن البقع تظهر في أماكن مختلفة على سطح الشمس.

وبالطبع يجب أن نعرف تأثير كل هذا النشاط والاضطراب علينا فإن الشمس تسيطر علينا سيطرة كاملة بحيث إن أي تغير في الشمس لابد أن يكون له رد فعل علينا فهل يصبح الطقس أبرد عندما يزداد عدد البقع الشمسية، ويصبح أشد حرارة عندما يقل عددها؟

ومن العجيب أن الجواب على هذا السؤال هو «كلا» إذ أن البقع الشمسية ليس لها أثر مباشر علينا سوى أن ما تثيره من نوع خاص عندما تعبر قرص الشمس مجموعة كبيرة من البقع، تحدث في الأرض زوبعة مغنطيسية فتضطرب إذاعاتنا وتزداد الأضواء الشمالية تألقا.

هذه هي صورة الشمس، وهي صورة تختلف كل الاختلاف عن أرضنا الصلبة الرقيقة الوديعة بجوها المنعش، ومزروعاتها الخضراء، وأشجارها، وسحبها، ومع ذلك فإن الشمس والأرض يتكونان من المواد نفسها فالأكسجين والنيتروجين، والكربون، والحديد، والكبريت، والصوديوم، وسائر العناصر الأخرى الموجودة بالأرض، موجودة أيضا بالشمس بيد أنه يوجد خلاف جوهري، وهو أن هذه العناصر لا توجد بالشمس بالنسب نفسها التي توجد بها بالأرض إذ لا يوجد بالشمس بكميات وافرة غير عنصرين اثنين وهما الهيدروجين والهليوم – وهما أخف عنصرين في الوجود.

وفي الواقع تكاد الشمس تكون كلها هيدروجينا وهليوما، إذ لا يوجد من العناصر الأخرى إلا آثار طفيفة. وهذا في صالحنا نحن الذين نعيش على الأرض لأن سر قوة الشمس تكمن في الهيدروجين والهليوم فإن الشمس تستمد الطاقة الهائلة التي تشعها في الفضاء من تحويل الهيدروجين إلى هليوم ففي كل مرة تتحول فيها أربع ذرات من الهيدروجين إلى ذرة واحدة من الهليوم ينطلق مقدار ضئيل من الطاقة معظمها حرارة وضوء والهيدروجين هو في الواقع بمثابة «وقود»

الشمس، والهليوم ما هو إلا الرماد الذي يتخلف من «احتراق» الهيدروجين ويبدو أنه يلزم اشتراك بعض العناصر الأخرى لكي تتم عملية التحويل، وإن كانت هذه العناصر لا تستهلك بل تعود في نهاية العملية كما كانت في بدايتها وكل ما في الأمر أن كمية الهيدروجين تقل تدريجيا.

ولكن ينبغي ألا يستولي الفزع على أحد بسبب ذلك. فإن الشمس ظلت تشع كما تشع الآن مئات الملايين من السنين منذ أن كانت الحياة موجودة على الأرض منذ ذلك الزمن البعيد على الأقل. وبرغم ذلك فإن معظم مادة الشمس لا تزال هيدروجينا. فاطمئن ولا تدع للفزع سبيلا إلى قلبك فإن الشمس ستظل تضيء مدى الآلاف من ملايين السنين القادمة بإذن الله



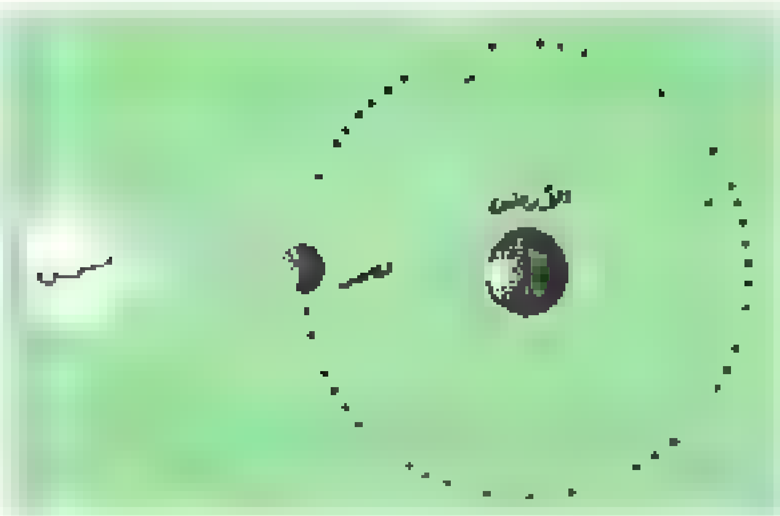
الفصل الرابع

أقرب جار لك

انظر إلى القمر وهو بدر، يبدو لك كقرص يعادل قرص الشمس تقريبًا وسبب ذلك أيضًا هو أن القمر قريب جدًا منا، فإن بعده عنا يقل عن ٤٠٠ ألف كيلو متر، فهو بالقياس إلى بعد الشمس، أقرب جار لنا. والقمر هو تابع لنا وحدنا، فهو يتبعنا حيث ذهبنا، ويدور حولنا ونحن نسلك مدارنا حول الشمس.

ومعلوماتنا عن القمر وفيرة، وهي في الواقع تزيد على معلوماتنا عن بعض أجزاء الأرض. والقمر يستغرق في الدوران حول نفسه دورة كاملة في الوقت نفسه الذي يستغرقه في الدوران حول الأرض، ومن ثم فإنه يواجه الأرض بالجانب نفسه على الدوام.

والقمر صغير إذا قورن بالأرض، فهي أكبر منه خمسين مرة. وبرغم كل ما يبدو به القمر من منظر جميل سحري عندما يظهر ويختفي وراء السحب، أو عندما تنعكس أشعته الفضية على سطح الماء، فإنه لا يمت إلى الجمال بصلة ولا يصل إلى شيء من جمال الأرض وروعتها، إذ لا يوجد به حشائش أو أشجار أو أي نوع من أنواع الحياة، وليس به هواء أو ماء، وهو مثل للعدمية إذ يكاد لا يحدث به شيء



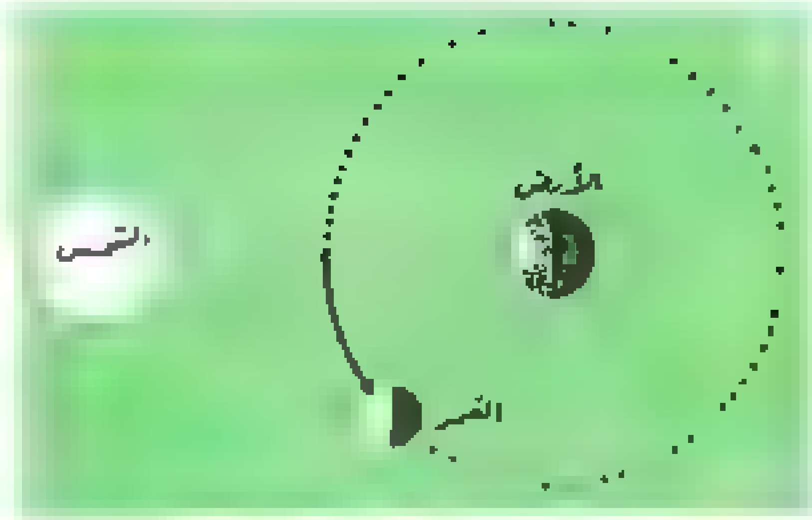
في هذا الوضع يكون القمر كله معتمًا ويسمى محاقًا

أو يتغير شيء، فهو كوكب ميت وساكن سكون القبور، فقد استنفد نشاطه وانتهى أمره، ولا يحدث فيه ما يثير سوى سقوط نيزك عابر على سطحه الترابي.

والقمر، كما نعلم، ولا شك، ليس على الدوام بدرًا، ويتوقف شكله الذي نراه فيه على موقع القمر من مداره حول الأرض؛ فأحيانًا لا نرى قمرًا على الإطلاق، وهذا يحدث عندما تكون الشمس والأرض والقمر في خط واحد، ويكون القمر واقعًا بين الأرض والشمس، ففي هذا الوضع تضيء الشمس الجانب الخفي من القمر ويكون الجانب المواجه لنا معتمًا. عند ذلك يقال إن القمر في المحاق، ويكون ذلك بداية الشهر القمري. وأحيانًا أخرى يكون الثلاثة في خط واحد ويكون الأرض هي التي تتوسط الشمس والقمر، عند ذلك يكون الجانب المواجه لنا كله مضيئًا ويكون القمر بدرًا. وفي غير هاتين الحالتين قد نرى نصف القمر أو أقل من نصفه.

ولنتتبع الآن بأعيننا القمر المتغير، ونراقبه وهو يمر في أوجهه المختلفة.

في بداية الشهر القمري يكون القمر، كما سبق القول، في المحاق، وبعد ذلك بيومين أو ثلاثة أيام نرى القمر في السماء في الغرب عقب غروب الشمس على



بعد يومين أو ثلاثة أيام من المحاق يرى القمر هلالاً

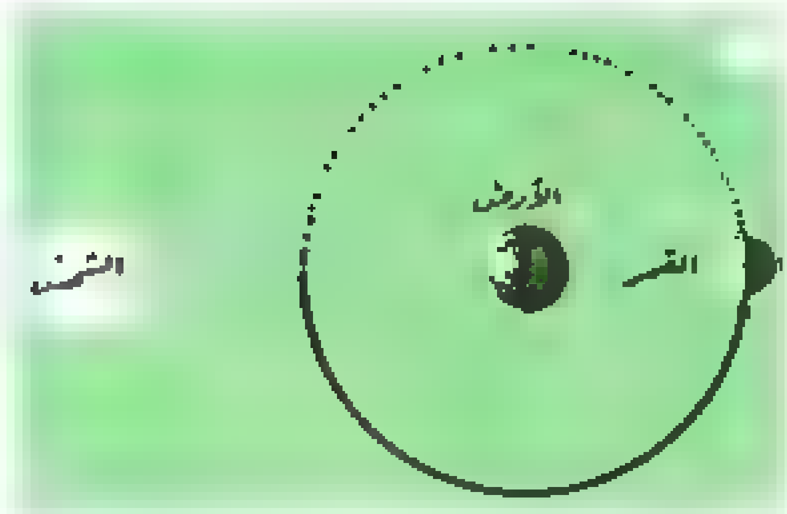
شكل هلال، ويبدو رقيقًا ونحيفًا وفي غاية النضارة. وبما أن الأرض تدور على الدوام فإن الهلال يبدو كأي شيء آخر في السماء كأنه يتحرك من الشرق إلى الغرب. ولكن إذا كان بجوار الهلال نجم لامع، فإننا سنجد بسهولة أن حركته الحقيقية ليست في ذلك الاتجاه. وحتى بعد مضي ساعة واحدة نستطيع أن نرى أن القمر يتحرك نحو الشرق بالنسبة للنجوم التي تقع في إطارها. وهو يتحرك في الساعة الواحدة ما يعادل قطره تقريبًا.

وحينئذ عندما يكون الهلال صغيرًا كي وحينما يلفت نظرنا منظر غريب. فإننا نرى جزء القمر الذي لا تضيئه الشمس مضيئًا بضوء خافت جدًا. وقد وصف الشعراء هذه الظاهرة بقولهم «ابن القمر الجديد يحتضن القمر القديم». ولكن لها عندنا قصة خاصة فإننا نعلم أن الضوء الذي يضيء الجزء المظلم من القمر هو ضوء الشمس المنعكس من الأرض. فالأرض عندما تقع عليها أشعة الشمس تلمع لمعانًا شديدًا بحيث تنعكس هذه الأشعة وتسقط على الجزء المظلم من القمر فتضيئه إلى درجة تمكننا من رؤيته. ولو أن إنسانًا كان على سطح القمر لاستطاع أن يطالع كتابًا بسهولة في هذا الضوء المنعكس من سطح الأرض وسيجده أسطع من ضوء البدر الكامل خمسين مرة.



عندما يكون القمر في الربع الأول يبدو كنصف فطيرة

ولكن القمر القديم لا يمكث في أحضان القمر الجديد طويلاً إذ عندما يبلغ عمر القمر خمسة أيام فإن أشعة الشمس المنعكسة من الأرض لا تسقط على الجزء المظلم منه ولا تعود نراه. ولكننا نلاحظ أن الجزء الداخلي من الهلال قد أصبح أقرب إلى الاستقامة عما كان من قبل. وأخذ هلالنا الرشيق الأنيق في البدانة. وبعد مرور سبعة أيام يصبح إلى نصف فطيرة مستديرة. ويقال إن القمر في الربع الأول لأنه عند ذاك يكون قد قطع ربع مسافته حول الأرض. وبعد أسبوع آخر يصبح القمر بدرًا كاملاً ويصبح سيد الليالي فيسيطر على السماء ويحجب النجوم ويصل إلى غاية بهائه وعظمته. ولكن بعد أيام نلاحظ أن الجزء الغربي من البدر يأخذ في التناقص، ونراه يتضاءل ليلة بعد ليلة. وعندما يقترب من الربع الأخير في نهاية الأسبوع الثالث نراه كما كان في الربع الأول بيد أن الجزء المضيء يكون في هذه المرة الجزء الذي إلى اليسار. ويكون القمر قد أتم ثلاثة أرباع دورته حول الأرض. ثم يستمر القمر بعد ذلك في التناقص حتى يعود هلالاً مرة أخرى. ثم أخيرًا تعود الشمس والأرض والقمر في خط واحد مرة أخرى. ويكون قد مضى تسعة وعشرون يومًا ونصف يوم على المحاق الأخير، ويبدأ دورة جديدة.



بعد أسبوع آخر يصير القمر إلى بدر كامل

ذكرنا أنه في أول الشهر القمري ومنتصفه تكون الأرض والقمر على خط واحد مع الشمس، ولكن القمر عادة لا يعترض الأشعة الواصلة من الشمس إلى الأرض فأحيانًا يمر فوقها وأحيانًا تحتها ولكن يحدث أحيانًا أن يعترض القمر كله أو جزء منه هذه الأشعة عند ذلك يحدث كسوف للشمس فنرى الشمس كلها أو جزءًا منها مغطاة بالقمر ويحدث هذا على الأقل مرتين في السنة ولكن الكسوف لا يرى من كل مكان على سطح الأرض بل فقط من الأمكنة التي يمنع القمر أشعة الشمس من الوصول إليها.

وأهم أنواع الكسوف وأشدها إثارة هو الذي يحجب فيه القمر قرص الشمس كله ويسمى كسوفًا كليًا. عند ذلك تظلم الدنيا حتى لو كان الوقت ظهرًا، ويستولي الفزع على أولئك الذين لا يعرفون حقيقة ما يحدث. ويظهر القلق على الحيوانات وتظن الطيور أن الليل قد حل فتأوي إلى أعشاشها.

وأخبار الكسوف تكتب على الدوام في الصفحة الأولى في الصحف وإذا كان من الممكن رؤية الكسوف من الجهة التي نعيش فيها فإن كل إنسان يترك عمله ويسرع لرؤيته. ومن الأمكنة المناسبة يمكن رؤية ظل القمر وهو يكتسح سطح

الأرض ونستطيع أن نراه بسهولة حتى ولو كان الوقت ظهرًا. وليس الظل كبيرًا جدًا – فإن عرضه لا يتجاوز ٢٦٥ كيلومترًا. وهو يمر على سطح الأرض مندفعًا بسرعة تزيد على ١٦٠٠ كيلومتر في الساعة. وإذا نظرت إلى الشمس خلال زجاج مدخن تستطيع أن ترى قرص الشمس وهو يختفي رويدًا رويدًا. وبعد قليل يختفي آخر جزء منه ويخيم على الأرض كآبة رهيبة. ولا يكون الظلام الذي يخيم على الأرض كظلام الليل ساعة الظلمة بل ولا حتى كظلام الليل عندما يكون القمر بدرًا ومع ذلك قد تظهر بعض النجوم في السماء، وتستطيع أن ترى إكليل الشمس المحيط به متوهجًا بلون فضي.

ولا يستمر الكسوف طويلاً لأن الكسوف الكلي لا يمكن أن يبقى أكثر من سبع دقائق وأربعين ثانية. ذلك لأن قرص القمر حتى عندما يكون في أقرب أوضاعه منا، لا يزيد على قرص الشمس، فهو لا يكفي إلا أن يغطي قرص الشمس فحسب. وبالإضافة إلى ذلك فإن القمر يتحرك على الدوام فهو لا يستطيع أن يحجب أشعة الشمس مدة طويلة.

ولما كان ظل القمر شريطًا ضيقًا جدًا ومن الممكن أن يسقط على أي مكان بالأرض، فربما يقتضي الأمر أن ننتظر أكثر من ٢٠٠ سنة حتى يحدث كسوف كلي بالجهة التي نعيش فيها. وبما أنه لا يمكن أن ينتظر الفلكيون حتى يحدث كسوف كلي في الجهة التي بها مراصدهم فإنهم يذهبون إلى المكان الذي يحدث فيه الكسوف فهم يعرفون بالضبط الأمكنة التي يرى منها الكسوف الكلي لأنهم يستطيعون أن يحسبوا بدقة تامة المسار الذي سيرسمه ظل القمر على الأرض.

وكثيرًا ما يتساءلون لأن الكثيرين منا لن يروا كسوفًا كليًا. ولكنك تستطيع أن ترى كسوفًا جزئيًا بدون الحاجة إلى القيام برحلة طويلة. إذ لا يمضي عام أو ما يقاربه حتى تستطيع أن ترى الشمس وهي تبدو كأن جزءًا من قرصها قد قضمه القمر. ويحدث ذلك عندما يحجب القمر جزءًا فقط من قرص الشمس.

وقد تحدث حالة نادرة إذ ربما لا يحدث كسوف كلي حتى لو كانت الشمس والقمر والأرض على استقامة واحدة تمامًا. بل يحدث ما يسمى كسوفًا حلقيًا وهو أن يختفي قرص الشمس ما عدا حلقة رفيعة حول الحافة كأنها تظل مضيئة لامعة. ويحدث الكسوف الحلقي عندما لا يكون القمر في أقرب أوضاعه من الأرض عند ذلك لا يكفي لحجب قرص الشمس كله فإن بعده عن الشمس وبعدنا عن



خلال الكسوف الكلي يحجب القمر قرص الشمس

القمر ليس ثابتاً، بل متغيراً على حسب موقع الأرض والقمر في مداريهما؛ فأحياناً يبدو القمر كبيراً، وأحياناً يبدو صغيراً. وعندما يبدو أصغر ما يمكن لا يكفي لتغطية قرص الشمس كله.

ويحدث أحياناً أخرى أن يكون الشمس والأرض والقمر على خط واحد ولكن تكون الأرض هي التي تتوسط الشمس والقمر. عند ذلك يحدث خسوف القمر فإن ظل الأرض الضخم مخروطي الشكل يسقط على القمر وهو بدر ولكن القمر لا يختفي تماماً لأن جو الأرض يعكس بعض أشعة الشمس فتصل إلى سطح القمر، ولذلك فإننا نراه رغم أنه مخسوف. وعادة يكون لون القمر حين الخسوف أحمر قاتماً. ومنظر خسوف القمر ليس مثيراً كمنظر كسوف الشمس حتى ولو كان الكسوف جزئياً. ويمكن من تمكن على الأقل رؤية الخسوف من أي مكان على الأرض بشرط أن يكون فوق الأفق عند حدوث الخسوف.

ولكن ماهو شكل القمر بالضبط؟

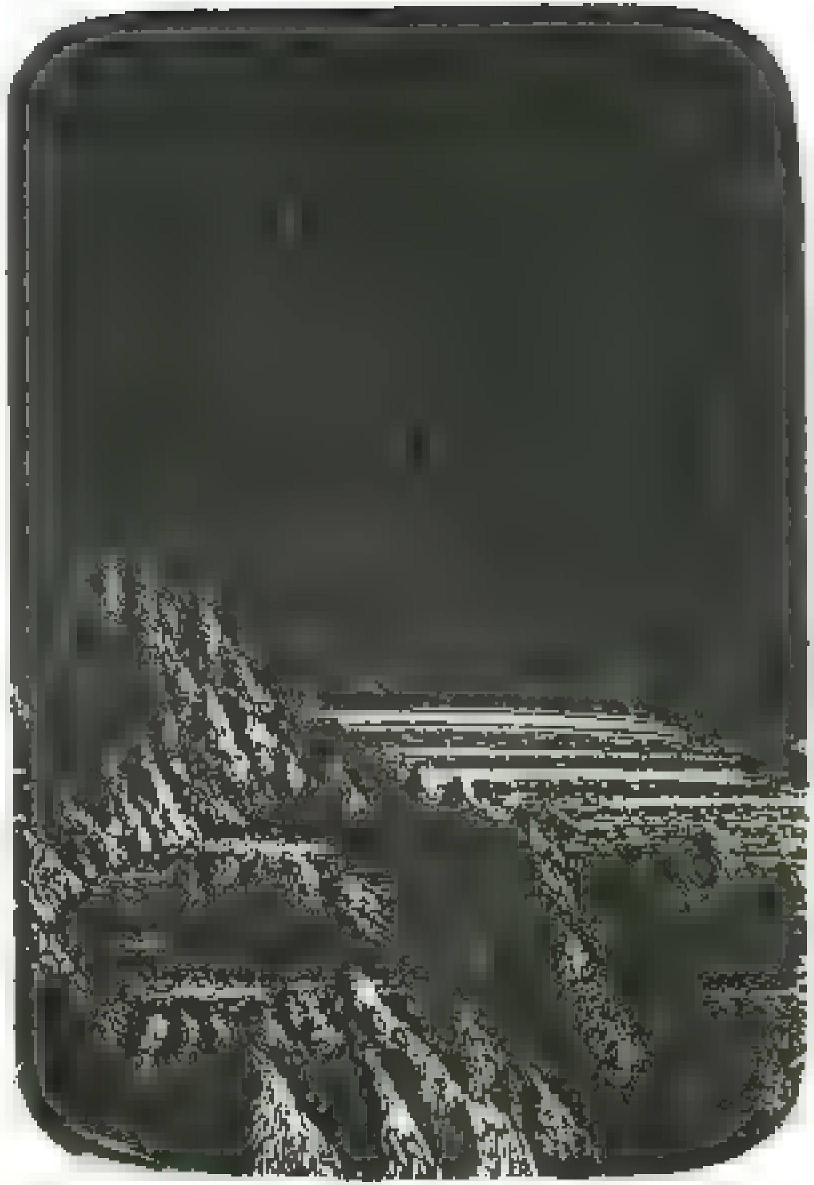
كان الناس، قبل صنع المنظار المقرب، يحكون عن القمر شتى التخيلات الغريبة فقد كانت البقع المعتمة التي كانت تجعل سطح القمر يبدو كوجه إنسان

والذي أصبح يطلق عليه اسم الرجل الذي بالقمر، تثير عجب الناس وتحيرهم. هل القمر مرآة صقيلة تعكس قارات الأرض ومحيطاتها؟ وهل نرى خريطة الأرض مبسوطة على وجه القمر؟

ولقد بدأت معلوماتنا الحقيقية عن القمر بعد استخدام جاليليو منظاره المقرب في عام ١٦٠٩، وبعده الفلكيون يستخدمون مناظير أقوى وأحسن فزادت معلوماتنا عنه. وتأكدت هذه المعلومات وزادت تفصيلا بهبوط الإنسان على سطح القمر ورؤيته رؤية العين ثم الإياب بعينات من تربته إلى الأرض لتحليلها. ففي ٢١ يوليو ١٩٦٩ هبط رائدا الفضاء الأمريكيان نيل آرمسترونج وإدوين ألدرين على سهل منبسط من سهول القمر المعتمة، وهو المعروف باسم «بحر الهدوء». ثم توالت بعد ذلك رحلات الإنسان إلى القمر لتسجل مزيداً من التفصيلات.

وقبل الهبوط على سطح القمر قامت مركبة الفضاء السوفييتية «لونا ٣» التي أطلقت في ٤ من أكتوبر عام ١٩٥٩ بتصوير فوتوغرافية لجانب القمر البعيد عنا والذي كان بمنأى من مناظيرنا. ولقد وضح من هذه الصور أن جانبي القمر، المواجه لنا والبعيد عنا، مختلفان في التضاريس، ففي حين أن الجانب البعيد جبلي خالٍ من السهول المنبسطة، وتتناثر في جباله فوهات ذات جوانب واسعة، نجد أننا بالنظر إلى الجانب المواجه لنا خلال المنظار نرى بقعاً كثيرة مختلفة من التضاريس، فهناك الجبال الشاهقة والسهول المنبسطة المعتمة والفوهات الضخمة والأودية. والمنظر الذي نراه كالح تماماً. فسطح القمر صخري ولا يوجد عليه نبات ولا ماء، وحتى ما كان الأقدمون يعتبرونه بحاراً ظهر أنها سهول منبسطة مغطاة بطبقة رقيقة من التراب وتنتشر فيها الفوهات والقطع الصخرية.

والفوهات هي أعجب هوّة، شبيهة بالطين المعمر، وتتفاوت مساحاتها تفاوتاً عظيماً، فمنها ما يصل قطره إلى نحو ٢٩ كيلومتراً، ومنها الصغير الذي لا يزيد قطرها على المتر، والفوهة الواسعة منها منبسطة القاع إلى حد كبير تحيط بها جبال عالية لا يزيد ارتفاعها عن بضعة آلاف من الأمتار وترتفع قمم جبلية من وسط كثير من الفوهات. ويزيد عدد الفوهات في جانب القمر المواجه لنا على ٣٠ ألف فوهة، ولا يزال الفلكيون في حيرة من أصل هذه الفوهات، وحتى رحلات الإنسان للقمر لم تأت بجديد في هذه الحيرة. وهناك رأيان في أصل هذه الفوهات فهل إنها نشأت باصطدام نيازك بسطح القمر أو أنها …

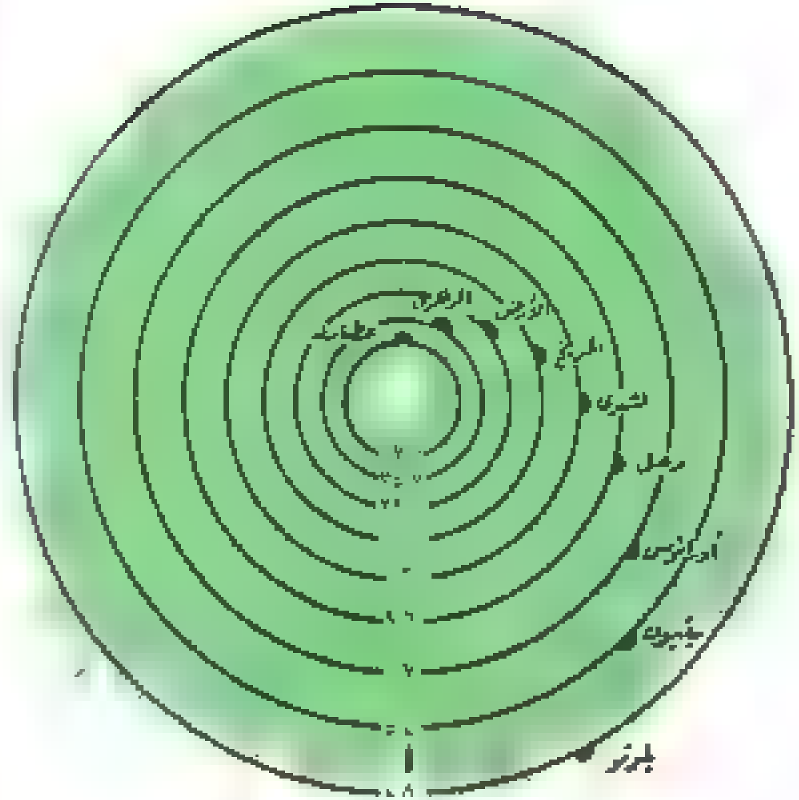


جبال القمر عالية وشديدة الوعورة

بركاني ما في القمر نفسه، ولكلا الرأيين ما يدعمه من الشواهد، ومن المحتمل أن بعض الفوهات تكون قد نشأت طبقًا للرأي الأول، وبعضها الآخر تكوّن طبقًا للرأي الآخر. لكن الجدير ذكره هنا هو أن كلا الرأيين لا يفسر اختلاف جانب القمر البعيد عن الجانب المواجه لنا في خلو الأول من السهول المنبسطة.

أما الجبال فيها إما قمم منفصلة بعضها عن بعض، وإما سلاسل طويلة تدور حول حواف السهول الواسعة لتحيط بها، ويصل ارتفاعها إلى نحو ١٠ متر. ولقد أوضحت الصور التي أرسلتها مركبات الفضاء وتلك التي التقطها الرواد الذين هبطوا على القمر أن هذه الجبال ليست حادة ولا مدببة ولكنها مهذبة مستديرة.

وترتفع درجة الحرارة خلال النهار القمري – الذي يزيد قليلاً على ١٤ يومًا من أيامنا – إلى درجة لا تحتمل، فإن الشمس تصب أشعتها المحرقة على سطح القمر حتى تصبح الصخور أشد حرارة من الماء المغلي. ولكن عندما تغرب الشمس من مغيبها تنخفض درجة الحرارة وما أن تغيب تحت الأفق حتى تكون درجة الحرارة قد انخفضت إلى ما دون درجة التجمد، ثم تصل في منتصف الليل القمري – الذي يبلغ طوله ما يزيد قليلاً على ١٤ يومًا من أيام الأرض – إلى ١٥ تحت الصفر وهذه درجة حرارة لا تصل إليها أشد مناطق الأرض برودة.



ترتيب الكواكب حسب أبعادها عن الشمس
والأعداد بين مدارات الكواكب حول الشمس مقدرة بالكيلومترات في الثانية

الفصل الخامس

قواعد المرور في السماء

منذ ٥٫٠٠٠ سنة أخذ علماء ذلك الوقت الذين كانوا يوصفون بالحكماء يراقبون السماء ويدرسون حركة النجوم، فلاحظوا أن النجوم تشرق من الشرق وتغرب في الغرب، ووجدوا أنها تفعل ذلك ليلة بعد ليلة. غير [illegible] في الشروق والغروب أربع دقائق في كل ليلة عن الليلة السابقة لها [illegible] تعمل الدقائق [illegible] بعد مضي [illegible] لاحظوا أن النجوم التي رأوها

تشرق في أواخر الليل تظهر مرتفعة في السماء بمجرد أن تغرب الشمس ويسمح الظلام برؤية النجوم، أما تلك التي كانوا يرونها في غرب السماء عقب مغيب الشمس فقد أصبحت عند الغروب تحت الأفق.

وبعد أشهر قليلة أدركوا أن السماء قد تغيرت بالتدريج، فلم يعودوا يرون في الربيع النجوم نفسها التي كانوا يرونها في الشتاء. ولم يدركوا أن تلك النجوم الجديدة كانت موجودة في السماء في النهار [illegible] وبعد مرور عام كامل تعود جميع النجوم إلى مواضعها الأصلية، وكانت على الدوام تشغل الأماكن نفسها التي كانت تشغلها من قبل، ولم يكن يبدو أنها تغير أماكنها بالنسبة لبعضها قط، ولذلك أطلق عليها القدماء اسم النجوم الثابتة.

ولكن هؤلاء القدماء لاحظوا أن النجوم لم تكن كلها ثابتة، إذ وجدوا أنه من بين النجوم اللامعة يوجد عدد قليل، قليل جدًا، تتغير مواضعها بالنسبة للنجوم المحيطة بها، فأطلقوا عليها اسم النجوم الجوالة أو السيارات أو الكواكب، واستكشفوا خمسة كواكب سموها: عطارد والزهرة والمريخ والمشتري وزحل. ولما كانت الشمس والقمر يغيران موضعيهما بالنسبة للنجوم الثابتة، فقد عدهما القدماء من الكواكب واعتقدوا أنها جميعًا تدور حول الأرض، كما كانوا يعتقدون أن النجوم الثابتة تدور حول الأرض أيضًا، ولم يخطر على بالهم قط أن الأرض نفسها هي أحد الكواكب.

ونحن الآن نعلم أن النجوم الثابتة ليست ساكنة في أماكنها، بل إنها تتحرك فعلًا، ولكن نظرًا لأبعادها الشاسعة فإن حركتها تبدو بطيئة جدًا بحيث إنه في مدى عمر الإنسان لا يستطيع أحد أن يلاحظ أي اختلاف في أوضاعها.

[illegible] حول الأرض [illegible] حول الشمس [illegible] الأرض، وهي [illegible] النجوم لا تغير [illegible] [illegible]

وقد زادت أسرة الشمس كثيرًا منذ أن كشف القدماء هذه الكواكب الخمسة التي هي [illegible] فقد كشفت ثلاثة كواكب أخرى، وهي أورانوس ونبتون وبلوتو، وبالإضافة إلى هذه الكواكب الثلاثة كشف آلاف من الكواكب الصغيرة وهي أكثر من أن يعطى لكل منها اسم خاص، وتعرف كلها باسم

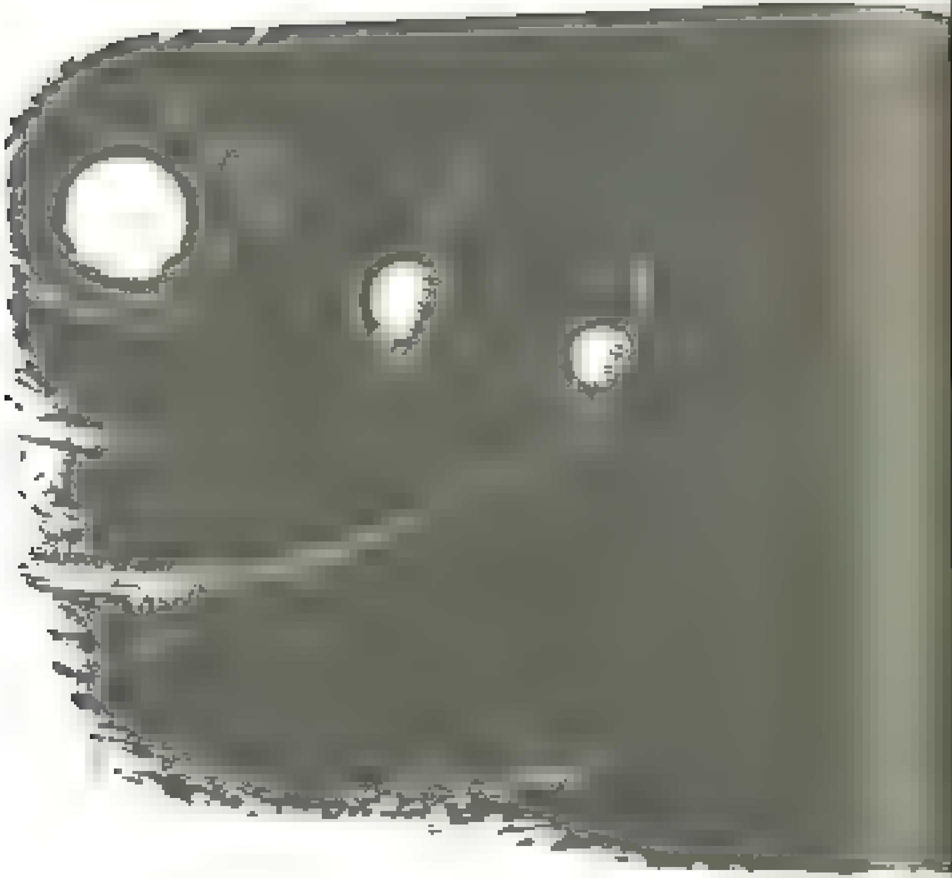


تدور جميع الكواكب ومن بينها الأرض حول الشمس

« النجيمات ». وهي جميعًا تدور حول الشمس في المستوى نفسه تقريبًا على أبعاد متفاوتة منها.

وتتشابه جميع الكواكب في حركاتها بحيث يبدو كأنها تتبع قواعد مرور معينة فهي تدور حول الشمس في اتجاه واحد – ضد دوران عقرب الساعة. وهي كلها تدور في مدارات بيضاوية لا دائرية تمامًا. وكلما اقترب الكوكب من الشمس زادت سرعته، وكلما بعد عنها قلت السرعة.

وهي تتحرك خاضعة لقانون معين. والذي كشف هذا القانون وعرفنا به هو الرياضي الإنجليزي الكبير إسحق نيوتن. وهذا القانون هو قانون الجذب



سرعة كل كوكب [illegible] الشمس

ومضمونه باختصار أن كل جسم في الوجود يجذب كل جسم آخر مهما كان بعيدًا عنه.

وقد استمد نيوتن فكرته من مشاهدته لتفاحة تسقط من شجرة. وقد شاهد ملايين الناس التفاح يسقط من الأشجار، ولكنهم لم يفطنوا [illegible] الأرض تجذب التفاحة إليها [illegible] تجذب الأرض بالقوة نفسها التي تجذب بها الأرض التفاحة [illegible] الأرض فإنها لا تستجيب لجذب التفاحة. أما التفاحة فكتلتها صغيرة جدًا، فهي

تستجيب لجذب الأرض، وهذا هو سبب سقوطها على الأرض، ونطلق نيوتن على هذه القوة اسم «القوة الجاذبة» ويطلق عليها بعضهم اسم «قوة الثقل» و«القوة الجاذبية».

ونحن جميعًا نعلم أن الأرض تعمل كأنها تشد كل شيء نحو مركزها، فمثلًا نعلم أننا لا نستطيع أن نقفز إلى ارتفاع كبير – فإن الأرض تشدنا نحوها. ونعلم أننا نحتاج إلى بذل مجهود كبير حتى نستطيع رفع صندوق كبير مملوء بالكتب ونقول إنه ثقيل، والذي نقصده أن الأرض تجذب الصندوق نحوها بقوة شديدة بحيث نبذل طاقة كبيرة في رفعه عن الأرض. ونعلم أيضًا أننا إذا قذفنا كرة في الهواء فإنها لا تستمر في الارتفاع؛ إذ بعد قليل تنثني نحو الأرض ثم تسقط عليها.

ولم يقف نيوتن عند سقوط التفاحة ولا عند الكرة المقذوفة، بل استمر يوجه لنفسه الأسئلة: هل ينطبق قانون الجاذبية هذا نفسه على القمر؟ أي هل تجذب الأرض القمر نحوها؟ وكان نيوتن يعتقد أنك إذا دفعت جسمًا دفعة معينة يتحرك فإنه يتحرك في خط مستقيم ما لم تؤثر عليه قوة توقفه عن الحركة أو تجعله يتحرك في مسار آخر. فهل قوة الجذب هي التي تجعل القمر ينحني نحو الأرض على الدوام؟ وهل هذا هو السبب في أن مسار القمر بيضاوي الشكل؟ وكان نيوتن يعلم حجم كل من الأرض والقمر والبعد بينهما كما كان يعرف سرعة كل منهما، ومعدل السقوط الحر، أي سرعة الجسم في خط سقوطه، فالكرة مثلًا بعد ثانية واحدة، وبعد ثانيتين وهكذا. [illegible] الحسابية [illegible] النتيجة التي وصل إليها بأنه كان على صواب [illegible] إن الأرض [illegible] تجذب التفاحة فإنها تجذب القمر أيضًا، ولكن قوة الجذب [illegible] لا على كتلة الجسم فحسب، بل وعلى بعده أيضًا، ولكن قوة الجذب تقل بحيث إنه إذا ضوعفت المسافة فإن قوة الجذب تقل إلى الربع، وإذا زيدت المسافة إلى ثلاثة أضعاف فإن قوة الجذب تقل إلى التسع وهكذا، أي أن قانون الجذب يعمل بالنسبة للمسافة، وهو القانون التربيعي العكسي.

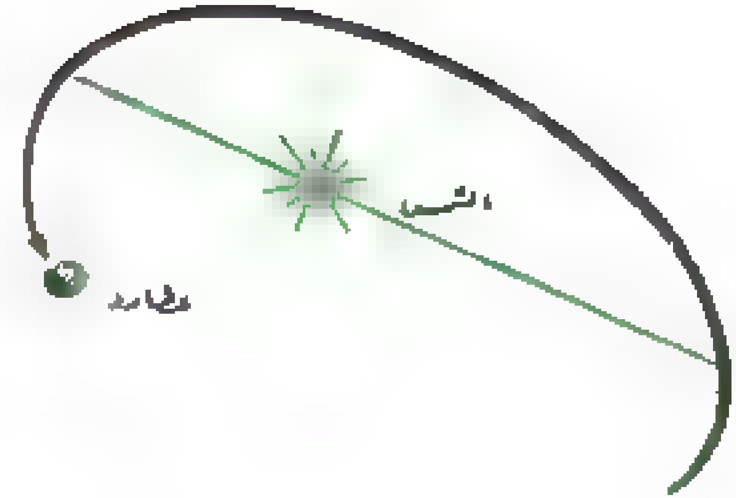
ومن المعلوم أن بعد القمر عن مركز الأرض يعادل بعد الأجسام التي على سطحها عن القمر ٦٠ ضعفًا، وإذن فإن قوة جذب الأرض للقمر تقل إلى ٣٦٠٠ من قوة جذبها له لو أنه كان على سطحها. وقد حسب نيوتن من ذلك أن القمر

يسقط نحو الأرض بمقدار جزء من السنتيمتر في الثانية الواحدة، ولكنه لا يسقط نحو الأرض كما يسقط الكرة المقذوفة، وسبب عدم سقوطه على الأرض أنه يتحرك بسرعة كبيرة محاولًا السير في خط مستقيم، ولكن [illegible] ينحني فقط حول الأرض. ويمكن القول بأنه يسقط حول الأرض وفي مدار بيضاوي الذي يدور فيه هو نوع من السقوط، بين محاولة الأرض جذب القمر ومحاولة القمر السير في خط مستقيم.

ويمكن نيوتن من إقناع الجميع بأنه على صواب، فإن النتائج التي وصل إليها من تطبيق قانون الجذب أقنعت جميع العلماء بأن قانون الجذب هو أهم قانون طبيعي في الكون[1] المادي كله، فقانون الجذب هو الذي يجعل القمر يدور حول الأرض في مداره البيضاوي، وهو الذي وضع قواعد المرور لأسرة الشمس فالكواكب يجب أن تسير في مسارات بيضاوية، ويجب أن تتحرك بالسرعة التي تتحرك بها فعلًا. وكلما اقتربت من الشمس يجب أن تتزايد سرعتها لأنه كلما اقتربت من الشمس زادت قوة جذب الشمس لها، وعلى كل كوكب أن يخضع لقواعد المرور.



(١) وربما أصبح يماثله في الأهمية، إن لم يفقه، قانون أينشتين الذي مؤداه أن المادة يمكن أن تتحول [illegible]



الفصل السادس

عطـــارد

عطارد هو طفل أسرة الشمس فهو صغير جدًا حقًا إذ لا يزيد حجمه على حجم القمر سوى مثلي ونصف المثل فقط وهو أقرب الكواكب إلى الشمس، ولكن لما كان مداره إهليلجيًا مستطيلاً إلى حد كبير، وكانت الشمس غير واقعة في المركز تمامًا وإنما بعيدة عنه فإن عطارد يقترب من الشمس في بعض الأحيان أكثر بكثير مما يقترب منها في الأحيان الأخرى فمرة كل ثلاثة شهور يصبح عطارد على بعد ٧٠ مليون كيلو متر من الشمس وهو أبعد ما يمكن أن يصل إليه ولكن بعد ٤٤ يومًا يصبح على بعد ٤٥,٥ مليون كيلو متر فقط.

ونظرًا لصغر مدار عطارد وقربه من الشمس فلا تمكن رؤيته بعيدًا عنها، وهذا يعني أنه يظهر بعد غروب الشمس مباشرة أو يبزغ قبل شروقها مباشرة ومن ثم فلا يمكن رؤيته في سماء الليل على خلفية من السماء المظلمة. ولقد لقي الفلكيون صعوبة في رصده في أثناء النهار إذ كان عليهم أن يوجهوا مناظيرهم نحو الموقع الصحيح بدقة بالغة. واستطاع من استطاع رصد عطارد منهم أنه يكمل دورته حول الشمس في ٨٨ يومًا أي أن سنة عطارد تعادل ٨٨ يومًا من أيامنا، كما أنهم وجدوا أنه يدور حول نفسه دورة كاملة في ٨٨ يومًا أيضًا كما يدور القمر

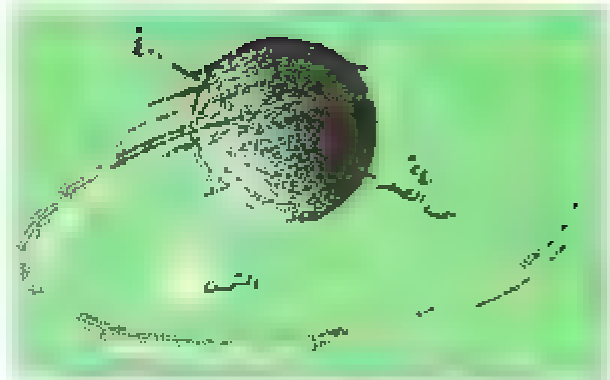
دورة كاملة حول محوره في الزمن نفسه الذي يكمل فيه دورته حول الأرض. ومن ثم فإن عطارد يواجه الشمس بجانب واحد فقط كما يواجه القمر الأرض بجانب واحد. ولكن عندما استخدم الفلكيون الرادار* في رصد عطارد، في عام ١٩٦٥، وجدوا أن زمن دورته حول محوره يساوي ٩٥ يومًا وليس ٨٨ يومًا كما اعتقد الفلكيون السابقون.

وترتفع درجة الحرارة إلى حد كبير في الجانب المواجه للشمس. وفي الواقع فإن الشمس تصب على الجانب المواجه لها ثمانية أضعاف الحرارة التي تصبها على الأرض. ولما كان عطارد لا يستطيع أن يشيح بوجهه عن الشمس فإن درجة الحرارة على هذا الوجه تصل إلى ما يقرب من ٤٠٠° مئوية وهذه الحرارة كافية لإذابة الرصاص والقصدير. أما في الجانب المظلم فإن الحرارة في أثناء الليل تنخفض إلى برودة لا تطاق إذ تبلغ ٢٤٠° مئوية تحت الصفر.

وبطبيعة الحال لا يمكن أن يعيش كائن حي في مثل هذه البيئة. وإذا ما قصدت سفينة فضائية إلى عطارد فيجب ألا تقترب أكثر من حد معين نحو الجانب الحار فإن المجهود الذي تبذله يكون ضئيلاً من الحرارة الشديدة. وقد يكون ممكنًا الرسو عليه إذا كان الملاحون يرتدون ملابس كملابس الغواصين مكيفة الحرارة والضغط ويستطيع الملاحون وهم يرتدون هذه الملابس أن يتجولوا على جزء من السطح وأن يحضروا معهم عينات من صخوره. ولكن من المشكوك فيه أنهم سيشاهدون شيئًا يستحق ما يتجشمونه من متاعب للوصول إلى هناك.

وإذا ما حاول بعض الفلكيين المغامرين بالذهاب إلى عطارد فيجب عليهم أن يأخذوا معهم ما يكفيهم من الأكسجين لأن عطارد لا هواء له [illegible]

* [illegible]
... طبيعة سطوح الكواكب ويمكن أيضًا قياس زمن دوران الكوكب حول محوره بقياس التغير الذي يحدثه الدوران في الطول الموجي لموجات الأشعة المنعكسة.



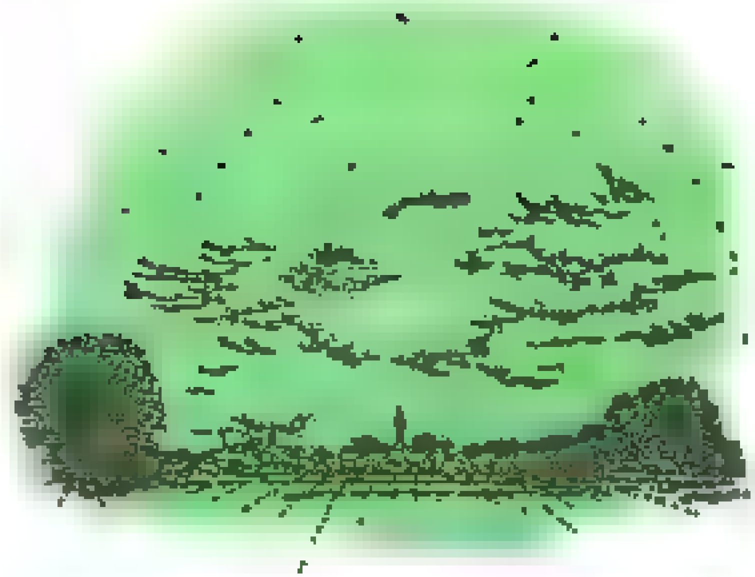
سيّارًا صغيرًا كعطارد لا يمكن أن يكون له جو غازي لأن قوة جذبه لا تكفي لتمكينه من الاحتفاظ بأي غلاف جوي . فمن خواص جزيئات الغاز أنها تتحرك بلا كل حين في مساراتها وإذا لم يمنعها شيء فإنها تتسرب إلى الفضاء. والسبب في أن جو الأرض لا يتسرب في الفضاء هو أن جذبها من القوة بحيث يستطيع الإمساك بالغازات ويمنعها من الإفلات إلى الفضاء ومع ذلك فقد تتمكن ذرة من المحظوظين بين حين وآخر من التحرر من قبضة الأرض والتسلل إلى الفضاء.

وهناك مثل يقول «ما ارتفع شيء إلا وقع» أو كما يقول الشاعر العربي ما طار طير وارتفع إلا كما طار وقع وهذا غير صحيح فإنه إذا انطلق جسم بسرعة كافية فإنه لا يضطر للعودة. ولكي يتحرر جسم من قبضة الأرض ويتسرب إلى الفضاء الفسيح، عليه أن يبدأ بسرعة انطلاق لا تقل عن ١١ كيلومترًا في الثانية الواحدة (أي أكثر من ٤٠٠٠٠ كيلومتر في الساعة) وتسمى هذه السرعة سرعة الإفلات (أي السرعة التي تفلت بها من الأرض ولا تعود إليها ثانية)، وكلما صغر جرم الكوكب قلت سرعة الإفلات من على سطحه. فسرعة الإفلات من القمر لا تبلغ إلا ٢,٤ كيلومتر في الثانية، وهذه أقل

من سرعة الجزيئات الغازية. ولذلك فحتى لو كان للقمر غلاف جوي في بادئ الأمر لتمكن من التسرب إلى الفضاء من زمن بعيد تاركًا القمر عاريًا بلا غلاف جوي على الإطلاق.

وعطارد لا يزيد كثيرًا عن القمر وسرعة الإفلات من سطحه لا تزيد كثيرًا عن سرعة الإفلات من القمر ولذلك فإن عطارد لا يستطيع هو الآخر الاحتفاظ بغلاف جوي، وهذا يعني بالطبع أن الماء لابد أن يكون قد تبخر منذ زمن بعيد وتسرب مع الهواء.

فعطارد خال من الهواء والماء مثل القمر، وله أوجه مثل أوجه القمر فتارة نرى نصف وجه عطارد المنار وتارة ربعه، وتارة أخرى نراه هلالًا صغيرًا نحيلًا.



الفصل السابع

خلف ستر من السحب

تلي الزهرةُ عطارد، وهي ذلك الكوكب الذي يسميه الناس تارة نجم المساء وتارة نجم الصباح، وذلك لأنها ترى إما في سماء المساء بعد غروب الشمس مباشرة وإما في سماء الصباح قبل شروق الشمس مباشرة، شأنها في ذلك شأن عطارد. والزهرة متألقة وجميلة وغامضة إلى أبعد حدود الغموض، وهي تدور حول الشمس في مدار نصف قطره ١٠٥ مليون كيلومتر، فهي لا تبعد عن الأرض في بعض الأحيان إلا بمقدار ٤٥ مليون كيلومتر تقريبًا.

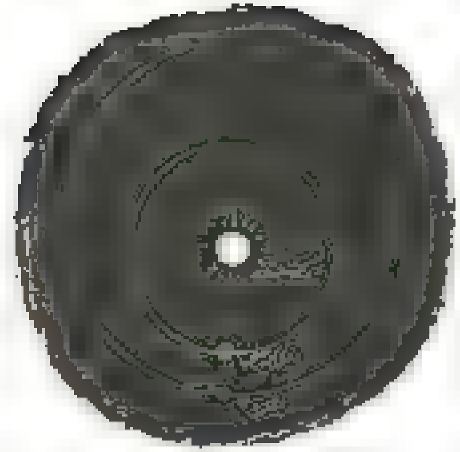
لم يكن نعلم حتى ربع قرن مضى، إلا القليل عن الزهرة، وهذا على الرغم من قربها منا. وكان مرجع ذلك سببين أولهما: أنه عندما تكون الزهرة في أقرب أوضاعها منا فإننا لا نرى إلا جانبها المظلم، وثانيهما أن الزهرة تغلفها على الدوام سحب كثيفة فلم يكن مناظيرنا الفلكية تستطيع كشف ما وراء السحب من سطح الزهرة نفسه. ولكن، منذ تطورت سفن الفضاء ومسابيرها، تجمعت لدينا معلومات كثيرة عن هذا الكوكب «توأم أرضنا». فتعتبر الزهرة توأمًا للأرض من بعض الوجوه، فحجماهما متساويان تقريبًا، حيث يبلغ قطرها ما يزيد قليلا على

١٢٠٠٠ كيلومتر أي أقل من قطر الأرض ببضعة مئات الكيلومترات فقط. كما أن كتلتيهما متساويتان تقريبًا، فلا يزيد الفرق بينهما عن ١١٪ من كتلة الأرض. والزهرة هي بالطبع الأخف وهي أقرب الكواكب إلينا، وتستغرق في إكمال دورتها حول الشمس ٢٢٥ يومًا. أما زمن دورتها حول محورها فغير معروف على وجه الدقة، ويميل بعض الفلكيين إلى الاعتقاد بأنه يصل إلى عدة أسابيع.

ولقد أرسلت مسابير ومركبات فضاء أمريكية وسوفيتية إلى الزهرة منذ عام ١٩٦٢ وأوضحت المعلومات التي بعثت بها هذه المسابير أن الزهرة عالم موحش حقًا، فيتكون الجو في غالبيته من ثاني أكسيد الكربون، حيث أنه يكون ٩٠٪ من الجو في حين أنه يوجد في جو الأرض بنسبة لا تتعدى جزءًا صغيرًا من ١٪. وعلى ذلك فقد سجلت الأجهزة على سطح الزهرة أن الضغط الجوي هناك أعلى من الضغط الجوي على سطح الأرض عدة مرة، فالشخص الذي يقف على سطح الزهرة يقع تحت ضغط قدره ١٠٠ كيلوجرام على كل سنتيمتر مربع من جسمه.

والسحب الكثيفة التي تغلف الزهرة تعكس ما يقرب من ٦ أعشار أشعة الشمس الساقطة عليها، ولذلك نراها ألمع من أي نجم أو كوكب آخر في السماء، ويصل سطوعها إلى درجة أننا نستطيع رؤيتها حتى في وضح النهار ويظن كثيرون عندما يرونها نهارًا أنهم يرون طبقًا طائرًا. وهذه السحب الكثيفة نفسها هي السبب في ارتفاع درجة حرارة سطح الزهرة ارتفاعًا كبيرًا فتصل في بعض الأماكن إلى ٥٠٠°م، حيث أن السحب تحبس داخلها وتعيد فيها من أشعة الشمس فلا تتبدد الحرارة وتنعكس على السحب السطح، وعلى ذلك فلا يمكن أن يكون هناك ماء على سطح الزهرة، إذ أنه لو وجد لتبخر في الحال.

وللزهرة أوجه كأوجه القمر، فعندما تكون على أقرب مسافة منا يكون موقعها بيننا وبين الشمس، وعلى ذلك فإن ما يواجهنا منها هو الجانب المظلم فلا نراها كالمحاق، وتظهر كالبدر عندما تكون على أبعد مسافة منا أي وراء الشمس وبين هذين الوضعين نجد أوجهًا مختلفة بدءًا من الهلال إلى البدر المكتمل



الفصل الثامن

هل يوجد بالمريخ مخلوقات عاقلة؟

بعد الزهرة تأتي الأرض وفي الجانب الآخر منها وعلى بعد ٢٢٨ مليون كيلو متر من الشمس يسير المريخ في مداره والمريخ هو أكثر الكواكب إثارة للاهتمام وخصوصاً وأهم سؤال يسأله غير المتخصصين بعلم الفلك هو هل يوجد بالمريخ مخلوقات عاقلة؟ وإذا كان الجواب بالنفي فهل من الممكن للإنسان أن يعيش هناك؟

بالطبع ظل الناس يتساءلون عن إمكان وجود حياة على الكواكب الأخرى منذ ٨٠ سنة أخذت أكبر آمالهم تتركز في المريخ. قالوا: كان من المحتمل أن المريخ يمكن أن يكون به غلاف جوي لأن حجمه يبلغ نصف حجم الأرض وثانياً ... أن حرارة على سطح المريخ لا ترتفع إلى درجة غير محتملة وكذلك لا تنخفض إلى برودة غير محتملة. ثم كان هناك احتمال بأن به ماء على هيئة ثلج وجليد.

ويرجع الاهتمام بالمريخ بوجه خاص إلى سنة ١٨٧٧. فمن المعلوم أن المريخ يقترب من الأرض كل ١٥ أو ١٧ سنة ويصبح بعده عنا في حدود ٥٦ مليون كيلومتر وفي تلك السنة ... من الأرض ...

الفلكي الإيطالي سكياباريلي من مسح سطح المريخ مسحاً دقيقاً بمنظاره الفلكي وإدراك شيئاً عجيباً لم يلاحظه أحد من قبل.

وكان الفلكيون قد استمروا يدرسون المريخ بالمناظير الفلكية أكثر من ... سنة ورأوا على سطحه علامات داكنة ثابتة في مكانها ولاحظوا هذه العلامات وهي تتحرك تبعاً لدوران المريخ حول محوره، ووجدوا أن يوم المريخ يزيد عن يومنا بمقدار سبع وثلاثين دقيقة. ورأوا أيضاً بقعة بيضاء كبيرة تظهر عند أحد القطبين، ثم عند القطب الآخر وهداهم تفكيرهم إلى أن هاتين البقعتين هي ثلوج «طاقية» ثلج كالموجودتين عند قطبي الأرض، وكانتا تذوبان بتغير الفصول على المريخ ... العلامات الداكنة هي بحار، وأن الأجزاء البرتقالية أو الوردية اللون هي أرض يابسة.

... سكياباريلي كشف حديثاً ... وهو يرصد المريخ خلال ... الفلكي يوماً بعد يوم خلال هواء ميلانو الصافي — فقد لاحظ شبكة من الخطوط الداكنة تخترق «الأرض اليابسة» وتصل «البحار» بعضها ببعض، ورسم صورة لما رآه وأطلق على الخطوط ... اسم الإيطالي canali وينطق كنالي؛ ومعنى هذه الكلمة بالإيطالية إما ممرات مائية أو قنوات.

ولو أن هذه الكلمة ترجمت إلى اللغات الأخرى بالمعنى الأول، أي أنها ممرات مائية طبيعية ... الناس ... على هذه الخطوط اسم قنوات ذاته جعل الأمر يختلف كل الاختلاف، لأن القنوات لا تكون طبيعية ... يبني مخلوقات عاقلة كالإنسان ... المريخ به قنوات، معناه أنه يوجد على هذا الكوكب مخلوقات عاقلة قامت بحفر هذه القنوات.

وفي الحال قامت ضجة كبرى، وتساءل الناس ... القنوات، إذن لابد أنه يوجد ناس على المريخ ولابد أن يكون هم ... على ... ولا ... يفوقوننا كثيراً في الذكاء. وما الغرابة في ذلك؟ ليس في الأمر ما يدعو للدهشة لأن المريخ أصغر ... الشمس منا فلابد أن يكون قد برد قبل الأرض بزمن طويل، وإذن فمن المحتمل جداً أن تكون الحياة ازدهرت على المريخ مدة طويلة.

ونتج عن شدة اهتمام الناس وكثرة كلامهم عن المريخ أن أقدم الفلكي

الأمريكي المشهور لويل مرصده بأريزونا بالولايات المتحدة لدراسة الكواكب بصفة عامة والمريخ بصفة خاصة. وتوقع بعض الناس أنه سيحصل من هذا المرصد على مزيد من الأدلة على وجود مخلوقات عاقلة بالمريخ. واقترح البعض محاولة الاتصال بأهل المريخ في حين تساءل آخرون بأنه إذا كان أهل المريخ متقدمين عنا كثيراً فلماذا لم يتصلوا بنا؟ وربما حاولوا فعلاً الاتصال بنا ولكننا لم نفهم الإشارات التي أرسلوها أو ربما كانوا من التقدم والرقي بحيث إنهم رأوا أنه أقل من أن يتصلوا بنا.

ولكن ما أشد خيبة الأمل التي كانت في انتظارهم إذ لم يلبث الفلكيون أن وجدوا أن ما كانوا يظنونه بحاراً كانت القنوات تخترقها أيضاً في كثير من المواضع أي أن البحار لا يمكن أن تكون بحاراً. إذ كيف تخترق القنوات الماء؟ إذن فالمساحات الداكنة لابد أن تكون أراضي الكوكب الخصبة وأن القنوات هي خطوط طويلة أو أودية من النباتات النامية. وقال الذين قاموا بمشاهدة المريخ إن أي راصد يراقب تغير الألوان سوف يدرك ذلك. ففي «ربيع» و«صيف» المريخ تبدو المساحات الخصبة خضراء وفي «شتاء» المريخ يتحول اللون الأخضر إلى لون أسمر، وهو لون النبات عندما يذبل. أضف إلى ذلك أن طاقية الثلج عند القطب يقل اتساعها باقتراب الصيف. أليس من الواضح إذن — كما قال مشاهدو المريخ — أن الماء يجري من الجليد في القريب من القطب الشمالي أو القطب الجنوبي ويروي الأراضي المزروعة؟

فكانت ضربة شديدة أن يعلم الناس أن القنوات لم تكن قنوات، وربما لم تكن خطوطاً مستقيمة، وإنما هي بقع منفصلة بعضها عن بعض على شكل نظام شبكي. كما أن مسابير الفضاء أوضحت أن الطاقيتين ليستا ثلجاً أي ماء جامداً وإنما هما ثاني أكسيد الكربون مجمداً. وكان من اللازم بعد كل هذه المراقبات المسجلة عن وجود مخلوقات عاقلة بالمريخ ورفض البعض أن يصدقوا هذه الأخبار السيئة ولا يزال البعض يرفض ذلك حتى الآن.

ومع ذلك فإن كل الدلائل تدعونا إلى الاعتقاد بأنه لا يمكن أن يعيش على المريخ أحياء من نوعنا فإن الأحوال الجوية على سطح المريخ تشبه من وجوه عديدة الأحوال الجوية على ارتفاع ١٨٠٠٠ متر من سطح الأرض، وهذا الارتفاع يعادل ضعفي ارتفاع جبل إفرست (أعلى جبل في الدنيا)، وهذا معناه أنه

لا يوجد هواء كاف للتنفس، بل حتى إذا ارتدى الإنسان خوذة محكمة مزودة بقدر كاف من الأكسجين فإنه لا يستطيع أن يعيش، لأن الضغط الجوي يكون من الضعف بحيث يتبخر الماء وثاني أكسيد الكربون الموجودين بالدم، وارتداء ملابس مكيفة الضغط فيه كثير من المضايقة ولا أرجح أنه إذا ما ذهب إنسان إلى المريخ في المائة السنة القادمة فإنه لن يظل داخل سفينة الفضاء، وقد يسجنون في نوع صغير من الفقاعات المكيفة الهواء.

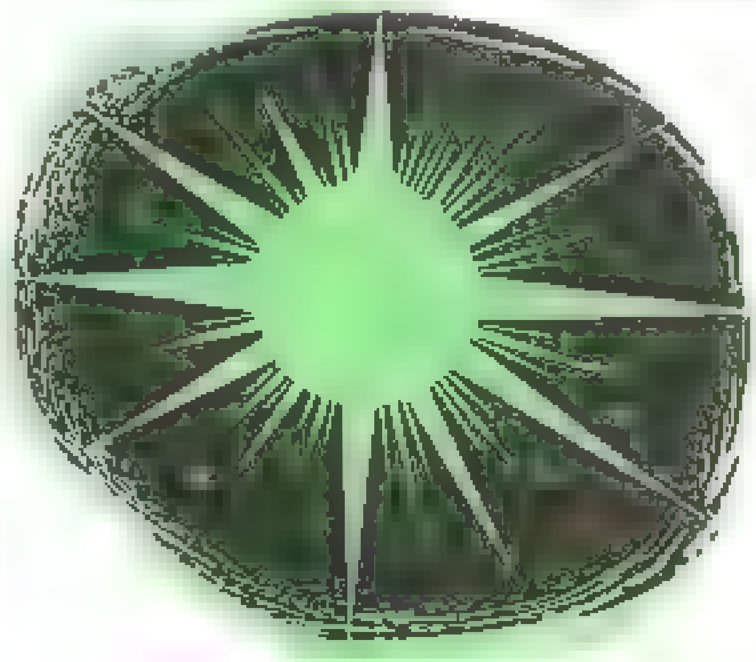
وإذا كنا نحن لا نستطيع أن نعيش على المريخ فهذا دليل على أنه لا يوجد به الآن ولا في أي وقت مضى، كائنات مثل الجنس البشري. وقد كتبت صحفيات كثيرة عن الأحياء بالمريخ ولكن من المؤكد أنه لا يمكن بحال أن تعيش مخلوقات مماثلة للإنسان ولا أي حيوان موجود على ظهر الأرض في هذا الجو المنخفض الضغط الشديد البرودة. فعند الظهيرة فقط ترتفع درجة الحرارة إلى ما فوق درجة التجمد وهي لا ترتفع فقط عن ١٠° أو ١٥° درجة مئوية. يضاف إلى ذلك أنه لا يوجد ماء على المريخ، فالثلج الموجود هو ثاني أكسيد الكربون المتجمد كما أسلفنا.

ولكن مجرد احتمال وجود حياة من أي نوع كان على المريخ أمر مثير للغاية. إذ ما الذي يتضمنه ذلك من معنى؟ إنه يدل على أن الحياة ليست مجرد أمر عارض وإنما لا تنشأ بمحض المصادفة وإنما ليست شذوذاً في الطبيعة وتنشأ على أن الحياة تظهر كلما كانت الظروف ملائمة لحياة موفورة. ويمدنا بالأمل في أن الحياة قد تكون موجودة في نواح أخرى من الكون وربما تكون في مكان ما مخلوقات عاقلة تشبهنا كثيراً.

وتوجد أشياء كثيرة عن المريخ، بجانب موضوع وجود حياة عليه، يهتم بها الفلكيون بالغ الاهتمام فهناك مثلاً القمران الصغيران اللذان يدوران حوله وهما لا يشبهان القمر في كثير وقليل منهما من صفاته الحجم بحيث يكون من الأقرب للصواب أن يعتبرا جبلين كبيرين يدوران في مداريهما في الفضاء. فأما فوبوس — وهو القمر الداخلي — لا يبلغ قطره إلا نحو ١٦ كيلومتراً وأما ديموس — وهو القمر الخارجي — فيكاد قطره لا يزيد عن ٨ كيلومترات وهذا معناه أنهما أصغر من القمر مئات المرات في الحجم، وأخف منه ملايين المرات في الوزن.

وما كان فوبوس لا يبعد عن المريخ إلا بأقل من ٦٤٠٠ كيلو متر فلا بد أنه يتحرك في مداره بسرعة هائلة، وبذلك فإنه يتم ثلاث دورات كاملة حول المريخ في أربع وعشرين ساعة. أما ديموس فإن بعده يبلغ ١٤٤٠٠ كيلو متر ويستغرق ثلاثين ساعة ليتم دورة كاملة. ومنظر هذين القمرين من سطح المريخ لا بد أن يكون له تأثير غريب غير مألوف. حقا إن القمرين يتحركان حول المريخ في اتجاه واحد وهو الاتجاه نفسه الذي يدور فيه المريخ حول الشمس. ولكن [illegible] المتفرجين من سطح المريخ يرى فوبوس يشرق من الغرب ويغرب في الشرق بعد أربع ساعات ونصف الساعة. أما ديموس فهو يشرق من الشرق ويظل في سماء المريخ أكثر من يومين كاملين، وقبل أن يغرب يكون قد مرّ في جميع أوجه من المحاق إلى البدر اكتمل مرتين.

في كتب قصص الخيال العلمي يتكلمون كثيرا عن مشاهدة المريخ من أحد هذين القمرين ولكن الوجود على أحد هذين القمرين لا يسر كثيرا من الموجود في الفضاء فإن قوى جذب هذين القمرين من الضعف بحيث [illegible] على حركة من [illegible] عضلة من عضلات الجسم [illegible] بعيدا عن هذين [illegible]





الفصل التاسع

الكواكب الضئيلة الحجم

[illegible] الكواكب [illegible] أمر غريب وهو [illegible] كوكب واحد [illegible] الشمس بانتظام فإن بعد كل كوكب عن الشمس يعادل بعد الكوكب السابق له مرة ونصف المرة على وجه التقريب، [illegible] المريخ والمشتري [illegible] كبير.

وتساءل الفلكيون عن سبب وجود هذه الثغرة، وعما إذا كان لا يلزمها شيء حقا؟

وفي أول يناير سنة ١٨٠١ كان فلكي صقلي يدعى بيازي يرقب السماء بمنظاره الفلكي وكان يقوم بوضع قائمة بالنجوم. وكان يعرف السماء جيداً [illegible] في موضع لم ير فيه شيئا قبل ذلك بأيام قليلة. ثم راقب السماء في الأيام التالية فوجد أن النجم الحادث يتحرك بانتظام، وإذن فقد كان كوكباً.

وكان هذا الكوكب الصغير الذي أطلق عليه اسم «سيريز» [illegible] الكواكب الصغيرة التي كشفت تدور حول الشمس في الفضاء [illegible] المريخ

والمشترى، ثم تلا ذلك كشف النجيمات بالاس، وفستا، وجونو [illegible] كشف [illegible] الكواكب الصغرى [illegible] النجيمات [illegible] بعض عليها، وبالطبع لا يتبع الفلكيون حركة كل واحد من هذه النجيمات لوفرة عددها [illegible] [illegible]

وهذه النجيمات بالغة الضآلة [illegible] وهو [illegible] يبلغ قطره نحو ٨٠٠ كيلو متر فقط، وبالاس ٤٨٠ كيلومترا وفستا ٣٨٠ كيلومترا [illegible] يزيد قطرها على ١٦٠ كيلومترا لا تتجاوز أصابع اليدين (أو [illegible] واحدة). [illegible] معظمها فلا يتجاوز قطر كل [illegible] بضعة [illegible] ثلاثة كيلومترات [illegible] منها ليست حتى كروية، فهي ليست سوى جبال كبيرة تتموج في مداراتها في الفضاء [illegible] [illegible] من جزء من [illegible] جزء من الأرض [illegible] لا يوجد [illegible] غلاف جوي، فإن سرعة الإفلات من أكبرها لا تبلغ إلا ٥٠٠ متر في الثانية [illegible] فستا، وهي [illegible] لا يمكن [illegible] أما إذا شوهدت بالمنظار الفلكي فإن عدداً قليلاً من كبرها فقط هو الذي يكاد يظهر كقرص

ويستخدم آلة التصوير الآن في كشف النجيمات الجديدة لأن آلة التصوير الفلكية [illegible] على العين، فإذا ما وجه اللوح الفوتوغرافي إلى [illegible] [illegible] فإن أي نجيم يكون موجوداً في منطقة [illegible] يرسم خطاً لامعاً على اللوحة [illegible] النجوم الثابتة [illegible] يظهر كمجرد نقطة [illegible] النجيم فإنه يرسم خطاً [illegible] [illegible] الفوتوغرافي [illegible] يتحرك على الدوام، فإن التصوير هي خير [illegible] لكشف النجيمات الجديدة [illegible] أحد يحاول أن يكشف نجيماً جديداً [illegible] بالمنظار الفلكي، وقد [illegible] مئات ومئات من النجيمات الصغيرة [illegible] إلينا عن طريق آلة التصوير.

وكان السؤال [illegible] لماذا لا يوجد كوكب بين المريخ والمشترى؟! [illegible] الآن الفلكيون يتساءلون [illegible] كل هذه النجيمات [illegible] في هذه الثغرة الكبيرة؟ هل هي [illegible] صغيرة من مادة لم تستطع أن تتجمع في كوكب كبير واحد؟ أم هي أشلاء كوكب انفجر منذ زمن طويل؟!.

لا [illegible] وربما [illegible] يعرف [illegible] الحقيقي [illegible] [illegible] كشف مزيد من النجيمات

[illegible] كبيراً، وأن واحداً منها وهو بالغ الصغر، يقترب من الأرض [illegible] [illegible] وفي مايو سنة ١٩٣٢ اقترب إلى ١٠,٤ مليون كيلومتر فقط [illegible] الممكن أن يقترب إلى أكثر من ذلك [illegible] في حدود [illegible] من الكيلومترات وهذا البعد لا يزيد على بعد القمر [illegible]

[illegible] لا [illegible] ذلك قلق الناس، فخطر اصطدام نجيم بالأرض ضئيل للغاية، [illegible] إلى القول بأن اصطدام نجيم يبلغ قطره ٨ كيلومترات بالأرض من شأنه أن يؤدي إلى القضاء على سكان قارة كاملة، ولكن [illegible] وقوع مثل هذا التصادم ضئيل للغاية، ويمكن القول إن الأرض في مأمن من وقوع مثل هذه الكارثة [illegible] الأرض [illegible] هذه [illegible] القاصية في خلال [illegible] القليلة الأخيرة



الفصل العاشر

جاليليو ينظر إلى المشترى

يلى منطقة النجيمات، وعلى بعد يبلغ خمسة أضعاف بعدنا عن الشمس يحلق الكوكب العملاق المشترى فى مداره حول الشمس. ويبلغ المشترى من الضخامة بحيث إنه إذا جمعت جميع الكواكب الأخرى معًا فإنها لا تصل إلى حجمه، وهو من الكبر بحيث إنه يتسع لألف كرة أرضية تحشد فيه حشدًا

والكوكب العملاق يسير فى مداره سيرًا وئيدًا وهو يستغرق فى دورانه حول الشمس اثنتى عشرة سنة، وهو أيضًا يدور حول محوره. وبرغم ضخامته فهو

أسرع الكواكب جميعًا دورانًا حول محوره. وهذا يجعله ينبعج من وسطه، وهو منبعج إلى درجة تجعله يبدو ككرة مفلطحة

وإذا شوهد المشترى بمنظار يكبر الأشياء ستين مرة فإنه يبدو كبيرًا كالقمر ولا يلبث نظرك أن يقع على أشرطة تمتد عبر قرص الكوكب مكوّنة من بقع متراصة بعضها إلى جوار بعض. وهذه البقع [illegible] من أسبوع لآخر [illegible] عليه ذلك؟ إنه لا يدل إلا على شىء واحد هو أننا لا نرى سطحًا صلبًا لكوكب صخرى، بل سحبًا متحركة طافية فوق سطحه - مهما كانت طبيعة هذا السطح. وهذه السحب التى نراها هى سحب داكنة من نوع غير مألوف تدور حول الكوكب فوق طبقة أخرى من سحب أقل دكانة. وقد شاهد الفلكيون بين السحب الداكنة بقعة حمراء مراوغة طولها ٤٨٠٠٠ كيلومتر وعرضها ١١٠٠٠ كيلومتر. وظلوا يشاهدون هذه البقعة سنين عديدة [illegible] البقع التى تمتد عبر قرص الكوكب ليست كالسحب الموجودة فى جونا

ويدل [illegible] ضوء الشمس المنعكس من المشترى [illegible] سحبه مزيج سام من غازى النوشادر وغاز المستنقعات (الميثين Methane) وهذه السحب تطفو فى هيدروجين [illegible] ١٦ [illegible] كيلومتر ويعنى [illegible] الغلاف الجوى [illegible] يسحق من شدة الضغط، وإن مستكشفى [illegible] سطح المشترى نفسه لأن أقدامهم ستطأ بحرًا ثلجيًا يغطى الكوكب كله وربما يبلغ سمك الجليد ١٦٠٠٠ كيلومتر والجو بالطبع بارد جدًا هناك، وسيجد أبطال سفينتنا الفضائية [illegible] - حتى فى أعلى السحاب - أبرد من الجليد المتجمد، وجو المشترى من البرودة بحيث إن غاز النوشادر لابد أن يكون إما سائلاً أو صلبًا

وبرغم أن المشترى غير مضياف [illegible] الإنسان [illegible] له فرصة النظر من خلال المنظار الفلكى فيوجهه على الأرض ولا نحو القمر، ثم نحو المشترى. وأقمار المشترى الأربعة الكبرى قد تكون أمتع منظر [illegible] من خلال المنظار [illegible] جاليليو هذه الأقمار الأربعة تدور «كالفراشات حول شمعة» فإنها تكون مشهدًا سماويًا يحمل عليه [illegible] خيالاً شديدًا.

وقد كشف جاليليو هذه الأقمار في الأيام الأولى من عصر المنظار الفلكي. عجب أن اخترعه صانع نظارات هولندي، وكان قد انتشر في إيطاليا كلها خبر سريع أن الأشياء البعيدة يمكن أن ترى قريبة إذا نظرت من خلال أنبوبة في أحد طرفيها عدسة محدبة وفي النهاية الأخرى عدسة مقعرة. وعندما زار جاليليو مدينة البندقية سمع بهذه الأعجوبة وفي الحال استقر عزمه على أن يصنع واحدًا بنفسه. وما إن عاد إلى مدينة بادوا التي كان يقيم فيها حتى بدأ في إجراء التجارب على العدسات التي تصنع منها النظارات. ولم يمض اليوم التالي حتى كان قد صنع منظارًا فلكيًا. واستطاع هذا المنظار البدائي أن يقرب الأشياء إلى ثلث المسافة. وبعدئذ استطاع جاليليو أن يرى الأشياء مكبرة تسع مرات. ولكنه لم يقنع بهذا المنظار فقد كان يشعر أنه يحتاج في بحثه إلى قوة تكبير أكبر، فشرع في تحسين منظاره. ولم يلبث أن تمكن من صنع منظار يكبر الأشياء ثلاثين مرة.

ولم يكن قد خطر ببال أحد أن يوجه المنظار نحو السماء، فقد كان يعتبر أصلا أداة تستخدم في الحرب فتوجه نحو الأعداء لرؤية مدى تقدمهم. حتى لقد كان بعض الناس يسمونه ... لأنهم يستخدمونه لرؤية ظهور برج الكنيسة أو السفن وهي في البحر. ولكن لم يخطر على بالهم قط أن يوجهوه نحو السماء. وكان جاليليو أول من فعل ذلك. وقد وجه منظاره أولا نحو القمر. ويمكنك أن تتصور دهشته عندما رأى جبالاً أشد وعورة من جبال الأرض، ووهدات منتشرة على سطحه. فقد كان وجه القمر يبدو على الدوام ناعمًا ومصقولاً.

ولم يعد جاليليو يعرف للنوم طعمًا؛ إذ بينما كان جميع سكان مدينة بادوا ماعدا حراس الليل - يستسلمون للنوم، كان جاليليو يثبت عينيه في منظاره. شاهد القمر أولا، ثم أدار المنظار إلى النجوم الثابتة، ثم إلى الكواكب. ولم يلبث أن أدرك أنه وفق إلى كشف يفوق في الأهمية ما عرفه كولمبس[1] لدى عبوره الأطلنطي ووجد قارة جديدة. فقد كشف عوالم كاملة لا مجرد قارة؛ لأن هذه الأضواء اللامعة التي رآها لم يكن كل منها في الواقع إلا عالمًا قائمًا بذاته مثل الأرض.

وفي حمى من نشوة غامرة، حول جاليليو منظاره نحو حزام المجرة. فبدا في

(1) يقصد كولمبس الذي كشف أمريكا أو على الأصح جزائر الهند الغربية.
المترجم

خال في وضوح حشد من النجوم! وكان إذا وجه منظاره إلى أي جزء من أجزاء حزام المجرة، رأى حشدًا من النجوم ماثلا أمامه. وكان بعضها كبيرًا وشديد اللمعان، ولكن عدد النجوم الصغيرة كان من الكثرة بحيث أنه وجد من المستحيل أن يحصر عددها.

وفي ليلة من الليالي، بعد ستة أو سبعة أشهر منذ أن بدأ جاليليو مشاهداته، كان يمسح السماء بمنظاره، وإذا به يعثر مصادفة على المشترى. فتوقف برهة يشاهده، ولاحظ وهو يمعن النظر وجود ثلاثة نجوم لامعة بجوار المشترى. وخيل إليه أنها تقع على خط مستقيم، وكان نجمان منها في الجانب الشرقي من المشترى، والثالث في الجانب الغربي.

وفي الليلة التالية وجه منظاره نحو المشترى مرة أخرى ولدهشته وجد أن النجوم الثلاثة صارت كلها في الجانب الغربي للكوكب. وعندما نظر إلى المشترى مرة أخرى بعد ليلتين، لم ير غير نجمين اثنين كان يقع كلاهما على الجانب الشرقي من المشترى. عرف حل اللغز الذي كان يحيره؛ فإن هذه النجوم لم تكن نجومًا وإنما كانت أقمارًا للمشترى، وأن عددها في الواقع كان أربعة أقمار!

ولم يثره شيء في السماء كما أثاره هذا الكشف؛ لأن أقمار المشترى هذه أمدته ببرهان نظرية لم يكن يعتقد بصحتها إلا عدد قليل من العلماء، بالرغم من أن الفلكي كوبرنيق كان قد عرضها قبل ذلك بمدة طويلة. وكان جميع الناس تقريبًا يعتقدون أن كل شيء يدور حول الأرض. أما كوبرنيق فكان يرى أن جميع الكواكب هي التي تدور حول الشمس. وها هو ذا جاليليو يرى أربعة أقمار تدور حول المشترى، فربما كان ذلك نموذجًا للشمس وتوابعها، أي نظامًا شمسيًا مصغرًا.

وكان جاليليو بحاجة إلى مزيد من الأدلة. فهل يمكن للزهرة أن تمده بها؟ وكان كوبرنيق قد قال إن الزهرة وهي تدور حول الشمس لابد أن يكون لها أوجه مثل أوجه القمر، وتنبأ أنها أحيانًا تبدو كقرص كامل، وأحيانًا كهلال، وأحيانًا أخرى كربع قمر، ثم أخيرًا تختفي عن الأنظار.

ووجه جاليليو منظاره نحو الزهرة وقد شمله انفعال شديد. وكما تنبأ كوبرنيق بالضبط رأى الزهرة على شكل هلال.



منظار فلكي من صنعه

وقد بين ذلك على أن الزهرة لا تضيء من تلقاء نفسها وإنما تعكس ضوء الشمس، ولا يظهر لنا منها إلا الجزء الذي تضيئه الشمس وإذا كان عطارد يقع بين الأرض والشمس أيضاً فلابد أن يكون له أوجه هو الآخر وكان ذلك لا يعني غاليليو إلا أنه لم يعد يوجد أي شك في أن جميع الكواكب تدور حول الشمس وكان بعض اليونان القدماء يرون ذلك ثم تبعهم بعد مدة طويلة كوبرنيق ثم الفلكي الألماني كبلر ولم تؤيد المشاهدات الحسية هذه النظرية من قبل قط ولكن ها هي ذي المشاهدات الحسية تؤيد النظرية فما عليك إلا أن توجه منظارك الفلكي إلى الزهرة أو إلى أقمار المشترى.

ولكن هذا لا يعتبر برهاناً أكيداً، كما أن المناظير الفلكية لم تكن جيدة الصنع فكانت المرئيات لا تظهر بوضوح كاف، وفي تلك الأيام كان كثير من الناس يتمسكون بالاعتقاد بأن الأرض هي مركز الكون وأن الشمس والنجوم قد خلقت كلها لأجل الإنسان، وكانت الكنيسة المسيحية تعتقد بصحة ذلك الاعتقاد جازمة وبذلك لقي جاليليو صعوبة في نشر موقفه وهدد بالتعذيب إن لم يسحب قوله بأن الأرض تدور وهكذا اضطر جاليليو إلى التسليم بالتهمة السابقة. وتعهد بأنه في بعض دروسه فكرة كوبرنيق ولكن بمرور الأيام زاد عدد الناس الذين اقتنعوا بأن الأرض ما هي إلا واحدة من أسرة الكواكب التي تدور حول الشمس

لا يمكن [illegible] نظر الإنسان إلى المشترى وأقماره إلا ويرى فيها نموذجاً للشمس [illegible] نموذج في [illegible] كان جاليليو يظن [illegible] المشترى [illegible] الأقمار الأربعة الكبيرة [illegible] صغيرة [illegible] يتمكن جاليليو من رؤيتها لأنها صغيرة جداً [illegible] إلا [illegible] بالمنظار الفلكي [illegible] وبذلك يكون [illegible]





الفصل الحادي عشر

الكوكب ذو الحلقات

ربما كان المشتري وأقماره أمتع مناظر السماء، ولكن زحل هو بلا شك أجملها فهو فريد في نوعه، ولا يستطيع كوكب آخر أن يفاخره بوجود حلقات تحيط به مثله.

وزحل خفيف الوزن جدًا بحيث إنه يطفو على الماء لأن كثافته أقل من كثافة الماء، وسبب ذلك هو طبقة السحب التي نعتبرها جزءًا منه. ويبلغ سمك هذه الطبقة ٢٥٠٠٠ كيلو متر على الأقل، ثم تليها طبقة من الثلوج، يبلغ سمكها آلاف الكيلو مترات، ترتكز على نواة صخرية

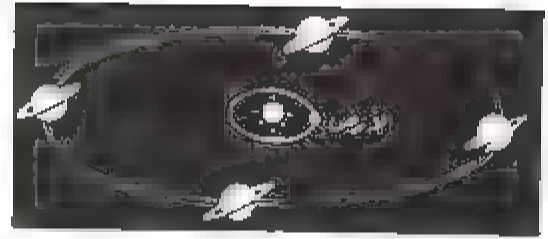
وجو زحل، كجو المشتري، جو سام مكون من غاز النوشادر وغاز المستنقعات.

وزحل هو أشد الكواكب تفلطحًا، فهو أشد انبعاجًا من وسطه حتى من المشتري نفسه. ويتبعه هو الآخر عدد كبير من الأقمار – وبالتحديد تسعة أقمار ولكن لا شدة انبعاجه، ولا أقماره، هي التي تلفت نظر من يشاهده من خلال المنظار الفلكي، أما ما يلفت النظر فهو حلقاته المشهورة، وهي مدهشة حقًا فهي تمتد إلى مسافات شاسعة في الفضاء إذ يبلغ امتدادها أكثر من ١٦ كيلومتر وتبدو كقرص ضخم يتوسطه ثقب كبير، يقع فيه الكوكب، دون أي علاقة. ومن خلال منظار يبلغ قطر عدسته ١٠ سنتيمترات يرى بسهولة أنه في الواقع توجد حلقتان منفصلتان بينهما فراغ ويبدو الفراغ بينهما كشريط معتم. ومن خلال منظار فلكي كبير حقًا فإنك تستطيع أن ترى أن كلا من الحلقتين نفسهما أشرطة حلقية، وأنه توجد حلقة ثالثة غير واضحة معتمة تقع بين الداخلية منهما وزحل نفسه.

وتظن إليك عند رؤيتك هذه الحلقات أنها جسم تام التماسك. ولكننا نعلم أنه لا يمكن أن يكون كذلك إذ عندما يكون حلقة مستمرة فحسب لا يمكن أن نستطيع أن نراه خلال الحلقات. يستطيع لا يكون منصبًا بالمنظار نفسه ولكن على أية حال، وبالإضافة إلى ذلك وجد أن الأجزاء الخارجية لا تسرع في دورانها كالأجزاء الداخلية. وفي الواقع فإن كل قطعة من الحلقات تتحرك كأنها قمر تابع لزحل ويبعد عنه هذا البعد نفسه

ويتبين أخيرًا أن كل قطعة من الحلقات هي في الواقع قمر صغير، فالحلقات إذن تتكون من ملايين الأقمار الصغيرة التي يقل حجم كل منها بحيث لا يزيد على ... الصغيرة، وكل منها يتحرك في مداره كما لو كانت الأخرى غير موجودة. وهذه الأقمار الصغيرة يبعد بعضها عن بعض في المتوسط عدة أمتار وهي من الوفرة بحيث إننا نراها من على بعد ١٦٠٠ مليون كيلومتر تقريبًا تبدو كأنها حلقات مصمتة

من أين أتت هذه الأقمار الصغيرة؟ وكيف حصل زحل على حلقاته؟



لما كان زحل يسير في مداره مائلا
فإن حلقاته تواجه الأرض بأوضاع مختلفة كل سبع سنوات تقريبا

قد تكون هذه الأقمار الصغيرة بقايا صغيرة من مادة لم تتهيأ لها الظروف لتتجمع في كوكب واحد. ويمكن من المحتمل أيضا أن تكون كل ما بقي من تابع لزحل اقترب منه أكثر مما ينبغي ودفع حياته ثمنا لهذه الجرأة.

وليس ذلك مجرد تخمين خيالي فقد ثبت بالبرهان الرياضي أن التابع إذا دخل في نطاق معين حول الكوكب فإنه يتمزق شر تمزق، لأن قوة جذب الكوكب الهائلة تحدث مدودا بالغة الارتفاع بحيث إن القمر لا يلبث أن يتمزق إلى أشلاء صغيرة. وإذن فربما كانت الحلقات قمرا تابعا لزحل دخل منطقة الخطر. فإن كان ذلك صحيحا فإنه يكون قد نال جزاءه ثم حدث تصادم بين القطع الكبيرة فتحطم بعضها ببعض وتفتت إلى قطع أصغر فأصغر وتباعدت بعد مرور ملايين السنين. وتتكتل كل قطعة جزء من الطريق منفصلة في حلقات، فالتي كانت متحركة بسرعة حدث تسيبها في الأجزاء الداخلية من الطريق، والتي كانت متحركة ببطء تجمعت في الأجزاء الخارجية وهذا هو سبب هذه الفجوات.

ولما كان زحل حين يبعد هذا البعد الشاسع عن الشمس فإنه يتحرك ببطء كبير، فسرعته تعادل ثلث سرعة الأرض فقط ويتم دورته حول الشمس فيما يقرب من ثلاثين سنة. وخلال هذه «السنة» الطويلة نرى الحلقات من زوايا مختلفة، لأن الكوكب يسير في مداره وهو مائل على جانبه وعندئذ فإننا نرى ولا

الجزء الشمالي من الحلقات وبعد ذلك بحوالي سبع سنوات نراها من حافتها وبعد سبع سنوات أخرى يكون نصفها الجنوبي في مواجهة الأرض ثم بعد سبع سنوات ثالثة نراها من حافتها مرة أخرى، ثم تتكرر الدورة التي بدأت قبل ذلك بثلاثين سنة تقريبا.



المسافات مقدرة بملايين الكيلومترات

الفصل الثاني عشر

ثلاثة استكشافات

في أعماق الفضاء، وعلى بعد رحلة طويلة بليون كيلومتر تقريبًا، نلتقي بالكوكب أورانوس، وبعده بأكثر من ٦ بليون كيلومتر أخرى نجد نبتون. وعند هذه الأعماق السحيقة من الفضاء، حيث يطوف هذان الكوكبان في مداريهما، لا تصبح حرارة الشمس إلا مجرد ذكرى، وهي من الضعف بحيث إن درجة الحرارة تقل دائمًا عن ١٨٠° مئوية تحت الصفر. وتبلغ البرودة على الكوكبين بحيث إن غاز النوشادر الموجود بجوهما قد تجمد ولم يبق إلا غاز الميثان. وسطحا أورانوس ونبتون – كما لابد تتوقع – تغطيهما طبقة سميكة من الجليد أسفل سحب غاز الميثان.

وليس بهذين التوأمين شيء يذكر من عناصر التشويق، حقًا إنهما أكبر من الأرض كثيرًا، ولكن ليس بهما ما يلفت النظر برغم أن أورانوس يفخر بأن له خمسة أقمار ونبتون قمران. وأورانوس من الضآلة للعيان بحيث لا تستطيع أن تراه بعينيك المجردة إلا إذا كنت حاد البصر، أما نبتون فإنه لا يرى إلا بالاستعانة بالمنظار الفلكي. ولكن من جهة أخرى فإن قوة جذب الشمس لا تزال من الشدة – حتى عند تلك الأبعاد الشاسعة – بحيث تستطيع أن تسيطر على أورانوس ونبتون ولا تدعهما يفلتان من قبضتها. ويظلان إلى الأبد يدوران حول الشمس التي لا يستمدان منها شيئًا يذكر. ويستغرق أورانوس في إتمام دورته أربعًا وثمانين سنة، على حين يستغرق نبتون ضعف هذه المدة تقريبًا.

ولم يكتشف الفلكيون هذين الكوكبين ويضموهما إلى أسرة الشمس إلا حديثًا، ولا يدعو ذلك إلى العجب نظرًا لشدة خفوتهما. وكان كشف أورانوس وليد مصادفة. وقد كشفه في سنة ١٧٨١ الفلكي الهاوي «وليم هرشل». وكان قد صنع بنفسه منظارًا فلكيًا استعمله في البحث عن النجوم واحدة بعد أخرى. وفي إحدى الليالي لفت نظر «هرشل» كوكب مختلف عن النجوم الثابتة. وكان هرشل موسيقيًا، لا فلكيًا متمرنًا، ولكنه أدرك في الحال أن هذا الكوكب الذي رآه لا يمكن أن يكون نجمًا ثابتًا لأنه كان يبدو كقرص لا مجرد نقطة ضوئية. ولكنه كان من البعد بحيث لم يخطر على باله قط أنه قد يكون كوكبًا، وظن أنه قد يكون مذنبًا، وجاراه الفلكيون في ظنه بعض الوقت. وعندما لفت نظرهم إليه اعتقدوا أنه مذنب بلا ذنب، ولكنهم عندما تتبعوا المسار الذي يسير فيه أجمعوا أخيرًا على أنه كوكب، وأنه كان يقع على بعد شاسع.

وفي خلال دراسة الفلكيين لأورانوس، انتبهوا إلى وجود نبتون، فإن أورانوس لم يكن يسير بالضبط في المدار الذي كان ينبغي أن يتبعه، بل كان ينحرف عنه قليلًا. فماذا؟ هل كان يوجد كوكب آخر في الفضاء؟ وهل كان ذلك الكوكب يجذب أورانوس بحيث يجعله ينحرف عن خط السير الذي كان يجب بموجب قانون نيوتن ألا يحيد عنه؟

وفي أربعينيات القرن التاسع عشر (أي سنة ١٨٤٠ وما بعدها) انبرى لهذه المسألة شاب طالب في كمبردج يدعى «آدمز» وقال لنفسه «سأحاول أن أحصل على الجواب لنفسي بتطبيق قوانين نيوتن». وفعلًا بعد تخرجه عالج مسألة أورانوس معالجة رياضية وبعد سنتين من العمل الشاق تمكن من تحديد

ذلك الموقع من السماء الذي يجب أن يحتله كوكب حتى يستطيع أن يجعل أورانوس يحيد عن مساره بهذه الكيفية.

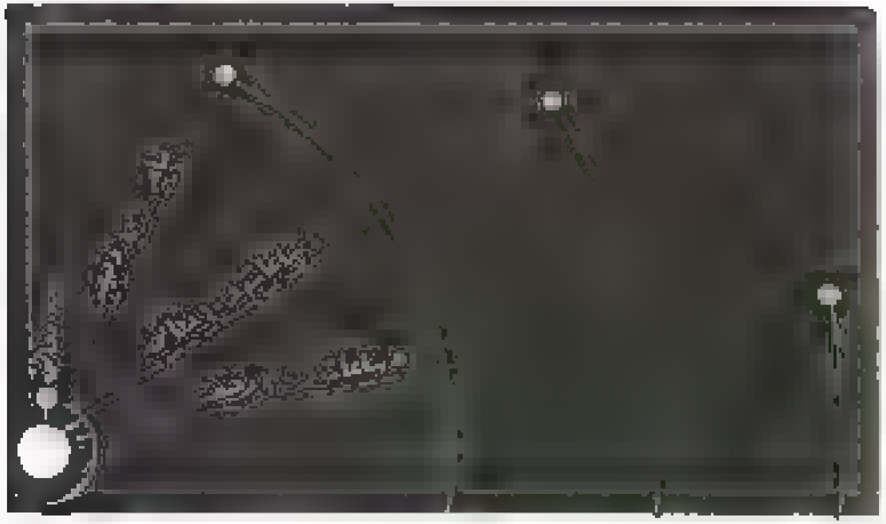
وبدأ فلكي من جامعة كمبردج في رصد ذلك الموقع، وظل يبحث عن الكوكب شهوراً عديدة. ورصد موقع أكثر من ٣٠٠٠ نجم في المنطقة التي حددها آدامز، لعل واحداً منها يكشف عن نفسه «بتحركه» بين النجوم كوكباً. وكان على وشك أن يضع خريطة لهذه النجوم عندما جاءت الأنباء بأن فلكياً ألمانياً من برلين قد عثر على الكوكب.

وكان شاب فرنسي يدعى لفرييه قد راودته الفكرة نفسها التي راودت آدامز، ووصل إلى النتيجة نفسها. وكان يحث على سؤال الفلكي الذي ... والفلكي الألماني كان له ميزة لم تكن لزميله الإنجليزي. فقد كان لديه خريطة لنجوم المنطقة نفسها التي طلب منه لفرييه أن يفحصها. فكل ما على الفلكي الألماني أن يفعله هو أن ينظر خلال منظار الفلكي ويرى ما إذا كان يوجد في تلك المنطقة نجم لم يكن مسجلاً بالخريطة. وإذا به يجد الكوكب فعلاً، وأطلق عليه اسم نبتون، ولم يستغرق الفلكي الألماني في العثور عليه غير ليلة واحدة.

وقد فسر كشف نبتون لماذا كان أورانوس يحيد عن مداره تبعاً لقانون نيوتن. ولكن تبين أن وجود نبتون لم يكن وحده كافياً لتفسير انحراف أورانوس عن خط سيره تفسيراً كاملاً. فهل كان لا يزال يوجد كوكب آخر في أسرة الشمس؟

بعد ذلك بسنوات عدة بدأ الفلكي برسيفال لويل، وهو لويل نفسه الذي أقام بأريزونا المرصد المسمى باسمه، في بحث هذه المسألة. ولم يكن لديه بيانات يمكن عليه أن يجعلها أساساً لإجراء عمليات رياضية دقيقة كالبيانات التي استخدمت في الكشف عن نبتون. ومع ذلك فقد مضى قدماً في عمله وحدد جزء السماء الذي توقع أن يوجد به الكوكب، وزاد على ذلك أن عين مداره بل وقدر ما ينبغي أن يكون عليه وزنه.

وبعد وفاة لويل بأربع عشرة سنة، كشف أحد فلكيي مرصد لويل الكوكب بلوتو. وقد كشفه بأخذ صورتين الواحدة بعد الأخرى بعدة أيام لكل جزء من أجزاء السماء مما يحتمل أن يوجد به الكوكب، وبمقارنة الصورتين الخاصتين بكل



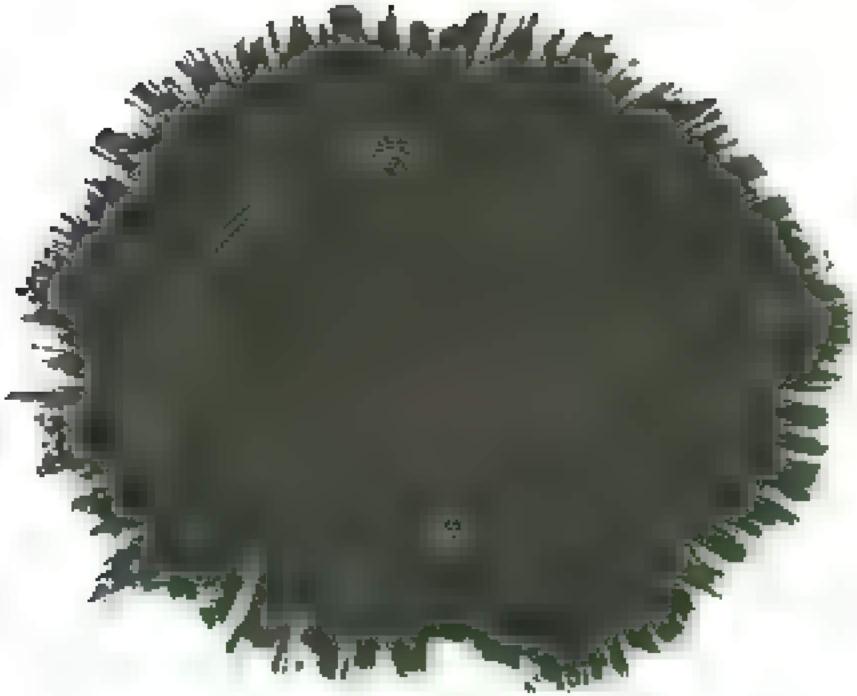
إن بلوتو من البعد بحيث تستغرق أشعة الشمس في الوصول إليه نحو خمس ساعات ونصف الساعة

جزء من أجزاء السماء بعضهما ببعض، أمكن الكشف عما إذا كان قد حدث أي تغير في مكان أي نجم من النجوم خلال هذه المدة. وفي أحد الأيام، كشف الفلكي تغيراً في موقع أحد النجوم! فقد تحركت نقطة ضوئية حركة لا يتحركها إلا كوكب متحرك. وإذن فقد كانت هذه النقطة الضوئية كوكباً آخر، وأطلق عليه اسم بلوتو.

ثم تبين أن حجم بلوتو لم يكن إلا تسع الحجم الذي قدره لويل، وأنه من الصغر بحيث إن تأثيره في أورانوس لا يمكن ملاحظته بأي حال. ولو أن لويل بدأ عملياته الرياضية باستخدام وزن بلوتو الحقيقي – الذي يعادل وزن الأرض – وموقعه في السماء، لما تمكن قط من حساب مدى ما يسببه من انحراف في خط سير أورانوس. ولذلك فإن كشف بلوتو في المكان نفسه الذي تنبأ به لويل، لا يمكن أن يعتبر إلا محض مصادفة مصحوبة بحسن حظ عجيب. لأن السماء بها عشرون مليون نجم تعادل بلوتو في لمعانه، وقد صادف أن بلوتو كان مختفياً بين النجوم الخافتة كإبرة في كومة من القش. ولو لم يوجه لويل بنظريته المصادفة ... عملياته الخاطئة نظر الفلكيين إلى ذلك الجزء من السماء الذي

كان بلوتو يوجد فيه فعلاً. لكن من المرجح جداً أن الكوكب التاسع في المجموعة الشمسية قد ظل حتى الآن دون أن يعرف.

وبلوتو الصغير هو عالم شديد البرودة، إذ تبلغ درجة الحرارة على سطحه ٢٢٤° مئوية تحت الصفر. ودرجة لمعان الشمس عنده لا تبلغ إلا … من درجة لمعانها عندنا، لأن بعده عن الشمس يعادل بعدنا عنها … وثلاثين ضعفاً. وهذا البعد الشاسع يجعل مداره طويلاً جداً بحيث إنه يستغرق ٢٢٤ سنة من سنواتنا في قطعه. وربما يوجد بعد بلوتو في أعماق الفضاء كواكب أخرى شديدة البرودة وغير ملائمة للحياة. فإذا كانت هذه الكواكب في حيز الوجود، فلا بد أن تكون ضعيفة الضوء جداً وعلى أبعاد شاسعة. ولا يمكن أن نتوقع أن نكتشفها إلا بمحض الصدفة السعيدة.



الفصل الثالث عشر

المذنبات والشهب

في الأزمان القديمة عندما كان شيء غير عادي يحدث في السماء، كان الناس يعتقدون أن لذلك معنى خاصاً بالنسبة لهم. فإذا ما ظهر نجم لامع، اعتبروه يشير بوقوع أمور سارة. أما إذا كسفت الشمس أو خسف القمر، فقد يكون نذيراً بوقوع أمور غير سارة، ونذيراً بوقوع حوادث ذات عواقب سيئة. فكان عليهم أن يتنبأوا بما سيقع في ضوء ظروفهم الخاصة. أما ظهور مذنب في قبة السماء فكان نذير سوء على الدوام. فكانوا يتوقعون موتاً، أو وباءً، أو دماراً.

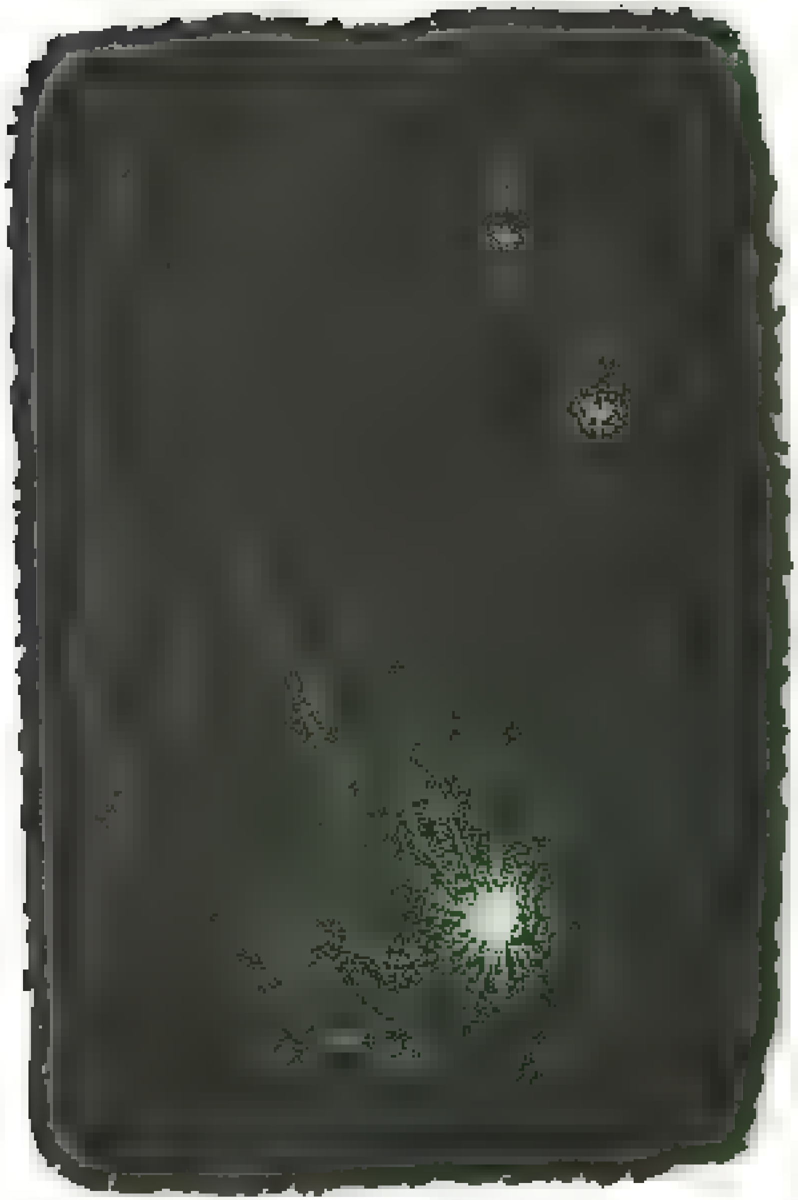
والمذنبات في الواقع ليست حوادث استثنائية، وما يستلفت الأنظار منها نادر. وبرغم أنك لا تستطيع أن ترى بالعين المجردة فهي تعد بالآلاف. وقد نرى خلال المنظار الفلكي نقطة سحابية صغيرة لامعة يصحبها الذنب الذي كان السبب في تسميتها بالنجوم ذوات الأذناب، أو اختصاراً المذنبات.

وبعض هذه المذنبات تنتمي إلى مجموعتنا الشمسية ولا تغادرها أبدًا، وأخرى تشرفنا بزيارتها من أعماق الفضاء، وبعض المذنبات يعود مرة بعد مرة على فترات منتظمة، وأصبحنا نعرف موعد عودتها تمامًا، فمثلا جاء مذنب «هالي» في سنة ١٩١٠، وعاد مرة أخرى كما كان متوقعا في سنة ١٩٨٦. وبمراجعة السجلات التاريخية نستطيع أن نتتبع ظهوره في الماضي، باستثناء مرات قليلة، إلى سنة ١٧٠ قبل الميلاد. وتبين هذه السجلات أنه يعود كل ٧٦ سنة. وبعض المذنبات الأخرى يتكرر مجيئها في فترات [illegible] مرات عودتها أكثر من مرات عودة مذنب «هالي»، على حين تطول مدة عودة بعضها الآخر بحيث لا نعرف [illegible] أكثر من مرة واحدة.

ولكن سواء أكانت تتردد علينا بزيارتها كثيرًا أم لا تزورنا إلا نادرًا، فهي جميعًا تدور حول الشمس، ومداراتها بصفة عامة بيضاوية الشكل شديدة التفلطح ولا تقع الشمس في المركز، بل قريبًا جدًا من أحد طرفي المدار بحيث إن المذنب عند وصوله إلى هذا الطرف يكون قريبًا من الشمس حتى من عطارد، ثم يأخذ في الابتعاد حتى إذا ما وصل إلى الطرف الآخر يصبح على بعد شديد [illegible] بحيث لا يمكن أن يرى.

[illegible] هذه الأجرام السماوية التي ظلت منذ القدم [illegible] عهد قريب تثير الرعب في قلوب الناس، وكان بعضهم يعتقدون باقتراب يوم القيامة.

[illegible]



[illegible]

هل المذنب كبير الحجم؟

نعم ولا. حقاً إن المذنب يشغل حيزاً كبيراً من الفراغ، فإن الذنب يمتد أحياناً إلى ٨٠ أو ١٦٠ مليون كيلومتر. ولكن وزن المذنب، بالنسبة إلى حجمه، ضئيل للغاية. وقد يعادل وزن الأرض وزن جميع المواد التي يتكون منها مذنب كبير مليون مرة. ومع ذلك فإننا نعرف أن المذنب قد يصل وزنه إلى آلاف ملايين من الأطنان.

والسبب في ضآلة وزن المذنب أن المواد التي يتكون منها يبعد بعضها عن بعض كثيراً، فالمادة الموجودة في كل كيلومتر مكعب من ذيله تقل عن المادة التي توجد في ٥ سنتيمترات مكعبة من الهواء الذي يملأ غرفتك. والرأس أيضاً ليس شديد التماسك. فهو يتكون من قطع صخرية كبيرة قد تزن كل واحدة منها عدة أطنان، وقطع صغيرة بحجم الحصا والبلي، وحبيبات من التراب. ومن المرجح أنه لا يوجد في كل كيلومتر مكعب من الرأس أكثر من بضع كتل صخرية كبيرة.

وإذا ما شاهدت حجراً نيزكياً معروضاً في أحد المتاحف فإنك في الغالب تشاهد جزءاً من رأس مذنب. فإن الأحجار النيزكية التي تسقط على الأرض [illegible] كثيراً منها — هي شظايا تخلفت عن مذنب متفتت. ويظن العلماء أن كثيراً من المذنبات التي اعتادت أن تزورنا قد تفتتت، وتبخر الجليد الذي كان بها بفعل حرارة الشمس وأما الصخور والمعادن التي كان الرأس يتكون منها فقد انتشرت على طول المدار الذي كان يسلكه وظلت تتحرك في هذا المدار في حشود كبيرة وهي لا تزال مستمرة في دورانها.

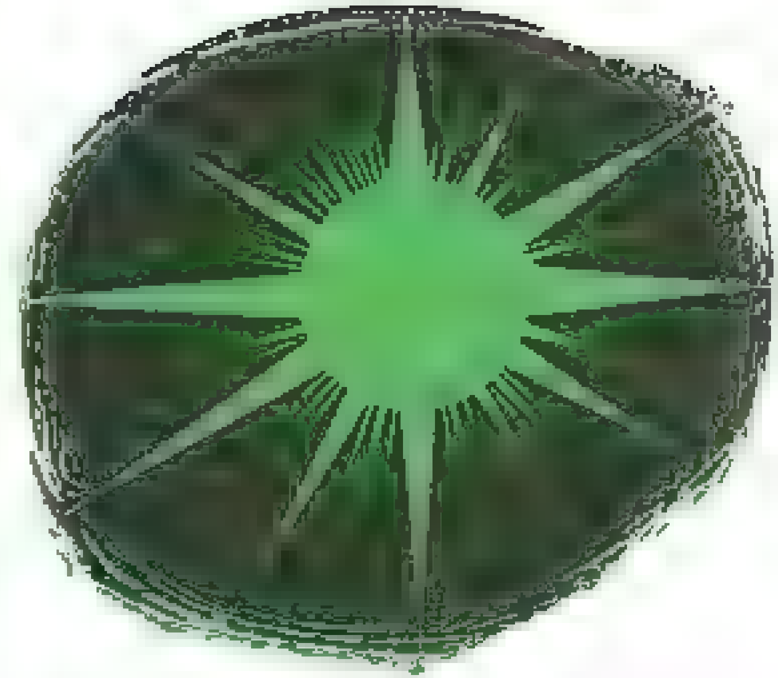
وقد ترى في إحدى ليالي شهر أغسطس الصافية نحو عشرين أو ثلاثين نيزكاً أو شهاباً. والخطوط الضوئية التي تراها في السماء تنتج عن احتراق كتلة حجرية وهي تخترق جو الأرض بسرعة تزيد على ٥٠٠٠ كيلومتر في الساعة. ومنظر الشهب رائع وساحر، وهو يذكرك بالألعاب النارية. [illegible] والسبب في ظهورها بكثرة في أغسطس هو أن الأرض في هذا الوقت من السنة تخترق مدار مذنب تفتت وظلت أشلاؤه سابحة فيه ونسمي مثل هذا المدار درب النيازك.

وليس شهر أغسطس فقط هو الذي ترى فيه النيازك فقد ترى واحداً أو اثنين في كل ليلة تقريباً. ففي كل يوم يدخل جو الأرض آلاف الملايين من النيازك

ويكاد يكون كلها تقريباً في حجم حبة الحمص. ونحن لا نرى إلا عدداً قليلاً منها لأن الغالبية العظمى منها صغيرة جداً ولا نراها إلا خطاً ضئيلاً من الضوء عندما تسخن وتحترق.

وقلما يصل نيزك إلى حدود ٦٠ كيلومتراً من الأرض، وأندر من ذلك أن يستطيع نيزك أن يستمر في اندفاعه حتى يصل إلى سطح الأرض. فإذا ما حدث فإن ما يبقى منه يسمى حجراً نيزكياً. والأحجار النيزكية — بصفة عامة — صغيرة جداً، ولكن وجدت بعض أحجار نيزكية تزن عدة أطنان.

وقد يحدث بين حين طويل وآخر أن يصطدم بجو الأرض نيزك كبير بحيث يرى في وضح النهار من شدة توهجه. ومثل هذا النيزك [illegible] يخترق وهو مشتعل سماء بلاد عديدة. وغالباً ما ينفجر في الجو ويتساقط ما يبقى من أشلائه من أحجار أو معادن نيزكية على الأرض متناثرة على مساحات واسعة تقدر بمئات الأفدنة. ولم يصطدم بالأرض خلال مائة ألف سنة الماضية إلا نيازك قليلة. وقد أحدثت [illegible] الفوهة النيزكية الكبرى بولاية أريزونا بالولايات المتحدة، وأحدث نيزك آخر حفرة هائلة عرضها ثلاثة كيلومترات [illegible] أن مثل هذه الاصطدامات نادرة للغاية.



الفصل الرابع عشر

النجوم عديدة وبعيدة

نحن في الصيف، والشمس تصلينا بأشعتها العالية، وقد بلغت الحرارة ما يقرب من ٤٠° مئوية في الظل، ونحن نجلس على شاطئ البحر، ونتمنى لو أن السماء أمطرت، ونستحث النهار أن ينتهي سريعًا، وقد هبط الليل هادئًا، ومع ذلك فإن الجو لا يزال حارًّا لا يطاق وليس هناك ما يخفف من شدته، ونخرج إلى الهواء الطلق، وقد نحس ولاء برودة في سريان خفيف على الأعشاب ونتطلع إلى السماء — وإذا بالنجوم ترنو إلينا في غير اكتراث.

ونتساءل: «هل من الممكن حقًّا أن تكون هذه النقط الضوئية الصغيرة شموسًا مثل شمسنا؟ وهل تعدلها حقًّا في ضخامتها وشدة حرارتها؟».

من العسير أن يصدق المرء ذلك، إذ يبدو من المستحيل أن تكون الشمس نجمًا، وأن تكون النجوم شموسًا، ومع ذلك فإن هذا هو الواقع، والفرق الوحيد

بين الشمس والنجوم هو اختلاف الأبعاد. وإذا ما ابتعدت الشمس حتى صارت على بعد أقرب نجم إلينا فإنها تصبح مجرد نقطة ضوئية في السماء، ولو أن أقرب نجم إلينا حل محل الشمس فإن أشعته سوف تضيء الأرض وتمدها بالحرارة بالضبط كما تفعل أشعة الشمس الآن، وكنا نواصل أعمالنا وحياتنا كالمعتاد.

واختلاف الأبعاد هو كل شيء، فالمسافات هي سبب الاختلاف بين ضوء الشمس الساطع وضوء النجم الخافت. ولكن من العسير تكوين فكرة صحيحة عن مثل هذه المسافات الشاسعة، وعندما نقول إن أقرب نجم إلينا يبعد عنا بمقدار ٤٠ مليون مليون كيلومتر، فهل يكون لهذا القول في نفوسنا أي مدلول؟

وهذا ينطبق أيضًا على كل عدد بالغ الكبر — كعدد الذرات في ملعقة سكر. ومع ذلك فإن عدد هذه الذرات أكبر بكثير من عدد الكيلومترات التي تفصلنا عن النجوم. ولو عددت في كل دقيقة مائة كيلومتر فإن الأمر يتطلب أن تعد أكثر من مليون سنة حتى يساوي عدد ما عددته عدد الكيلومترات التي تفصلنا عن بعض النجوم اللامعة.

وإذن فعندما نتكلم عن النجوم عمليًّا لا نستخدم الكيلومترات في قياس المسافات، مثلما في علم الجغرافيا، مثل قياس محيط الأرض بالكيلومترات. وبدلًا من الكيلومترات يمكننا أن نتخذ سرعة الضوء كوحدة لقياس المسافات. فعندما نتكلم عن بعد نجم، فإننا لا نقول «كم يبعد هذا النجم عنا بالكيلومترات؟» بل نقول «كم يستغرق الضوء في قطع المسافة التي تفصلنا عنه؟» ولعلك تتذكر أننا ذكرنا في بداية هذا الكتاب أن سرعة الضوء هي أكبر سرعة في الكون، إذ تبلغ ٣٠٠٠٠٠ كيلومتر في الثانية الواحدة، ومع ذلك فإن الضوء يستغرق أكثر من أربع سنوات في الوصول إلينا من أقرب نجم. فإذا استخدمنا سرعة الضوء كوحدة لقياس المسافات فإننا نقول إن أقرب نجم يبعد عنا بما يزيد على أربع سنوات ضوئية. فالضوء الذي نراه يرد إلينا الآن قد بدأ رحلته منذ أكثر من أربع سنوات ووصل توًّا إلى أعيننا.

وقد تعطي العبارة «أربع سنوات ضوئية» فكرة عن تلك المسافة الشاسعة أوضح مما تعطيه العبارة «٤٠ مليون مليون كيلومتر»، ولكن قد يكون التمثيل بنموذج مصغر أفضل منهما معًا في الدلالة على ما تعنيه هذه المسافة الهائلة. فلنفرض أننا مثلنا الشمس بليمونة هندية (grapefruit)؛ فبنفس المقياس تمثل

الأرض كرة صغيرة قطرها سنتيمتر والشمس بالتقريب متر حول الليمونة الهندية على بعد ١٥٠ متر. ونفترض أننا نريد أن نضع أقرب نجم إلينا بليمونة هندية أخرى. فعلى أي بعد من الليمونة الأولى نضعها؟ على بعد كيلومتر واحد؟ أم على بعد عشرة كيلومترات.

فكر مرة أخرى. إن تلك الليمونة ينبغي أن توضع على بعد ٤٠٠٠ كيلومتر من الليمونة الأولى! وإذا كانت الليمونة التي تمثل الشمس موضوعة بالقاهرة فينبغي أن توضع الليمونة الأخرى في مراكش!

فهذا هو بعدنا عن أقرب النجوم إلينا، وهذا هو معنى أربع سنوات ضوئية. والعجيب ليس أن النجوم تبدو صغيرة بعيدة بل العجيب أننا نراها على الإطلاق والعجيب أننا نرى عدداً لا نحصي منها.

ويبلغ عدد النجوم التي يمكن أن ترى بالعين المجردة في السماء كلها نحو خمسة آلاف نجم ولكننا لا نرى كلها في آن واحد لأن نصفها يكون تحت الأفق والنجوم الخافتة يزيدها كثافة غلاف جونا عندما تكون قريبة من الأفق وعندما تكون النجوم أخفت لا تكاد تظهر في سماء في ليلة صافية فلن يستطيع كل إنسان أن يرى بضعة نجوم داخل وعاء الدب الأكبر. ولما كان لا يوجد أكثر من ١٠٠ نجم على هذا المستوى في وقت واحد، فإننا لا نرى نجوماً كثيرة في ليلة كوكبة الكواكب وأكبر عدد من النجوم يمكن أن يرى في وقت واحد في أحسن الظروف الجوية لا يتجاوز ألفين.

وقبل ميلاد المسيح بأكثر من مائة سنة وضع فلكي يوناني يدعى إيبارخوس أول قائمة بالنجوم وقسم النجوم إلى ست مراتب. فأطلق على ألمعها اسم نجوم القدر الأول، والتي تليها في اللمعان نجوم القدر الثاني وهكذا إلى نجوم القدر السادس والنجوم التي تقل عن ذلك في اللمعان لا يمكن أن ترى بالعين المجردة ونستطيع لابد أن إيبارخوس كان يعتقد أن هذه النجوم هي كل ما يوجد بالسماء

ولم نعلم بوجود نجوم أخرى إلا عندما وجه جاليليو منظاره نحو النجوم. وبالمنظار المزدوج البسيط يزداد عدد النجوم التي نستطيع أن نراها إلى عشرين ضعفاً. ومن خلال منظار فلكي كبير نستطيع أن نرى أضعافاً أخرى مضاعفة. أما باستخدام آلة التصوير الفلكية فإننا نرى أكثر وأكثر. ويستطيع منظار مرصد



وضع إيبارخوس أول قائمة للنجوم

بالومار الذي يبلغ قطر مرآته نحو ٥ متر أن يصور نجوماً من القدر الحادي والعشرين، وهي أقل لمعاناً من أضعف النجوم التي نستطيع أن نراها بالعين المجردة مليون مرة.

فما هو إذن عدد جميع النجوم؟

لا ندري. فنحن نعرف أن أكبر المناظير الفلكية تستطيع أن تصور عدة آلاف من ملايين النجوم. ونعلم أيضاً أننا كلما صنعنا منظاراً فلكياً أكبر، زاد عدد النجوم التي نستطيع تصويرها. فلا يسعنا إذن إلا أن نستنتج أنه لابد أن يوجد آلاف الملايين من النجوم وراء تلك التي نستطيع أن نراها وأن الإنسان ليصيبه دوار عندما يتخيل عدد النجوم المتناثرة في رحاب الفضاء.

ويحاول الفلكيون أن يقربوا إلى أذهان الناس عدد النجوم بوسائل شتى فيقول واحد منهم: «إن عدد النجوم يزيد على عدد حبات الرمال التي على شواطئ جميع بحار الدنيا». ويقول آخر: «إن عدد النجوم التي بالسماء يزيد على عدد حروف ملايين الكتب». إن المرء لتستولي عليه حيرة بالغة.

كذلك يصاب المرء بالدوار عندما يفكر في المسافات فإن حتى أقرب النجوم من البعد بحيث لا نراها إلا كنقط ضوئية وحتى هذه ما كنا لنراها لو لم تكن بهذه الضخامة، أو بهذه الحرارة الشديدة، أو بكلتيهما معًا.

وعندما وضع إيبارخوس قائمة نجومه كان يعتقد أنها «مثبتة» في سطح كرة وأنها جميعًا على بعد واحد من الأرض. فكان من الطبيعي أن يعتقد أن اللمعان الذي تبدو به هو لمعانها الحقيقي. ولكننا نعلم أنه إذا بدا نجم ألمع من نجم آخر فقد يكون ذلك ظاهريًا فقط. وأما إذا كان ألمع منه حقًا فيتوقف على الأكثر على بعده وشدة حرارته.

وكيف نعرف المسافة التي تفصلنا عن نجم من النجوم؟

من السهل أن نقيس أبعاد القمر والكواكب والشمس. ويستخدم الفلكيون في إيجاد هذه الأبعاد قوانين حساب المثلثات نفسها، التي يستخدمونها لقياس بعد شيء معين على سطح الأرض. ولكن المتاعب تبدأ عندما نحاول قياس أبعاد النجوم بهذه الطريقة إذ أن الطرق المتبعة في قياس الزوايا تفشل ولا تؤدي إلى نتيجة. ويرجع ذلك إلى أبعاد النجوم الشاسعة.

وإلى سنة ١٨٣٨ لم يتمكن أحد من قياس بعد أي نجم. وإلى ذلك الحين كان الناس يعتقدون أن ألمع النجوم هي أقربها ولذلك فإن كل من كان يحاول قياس أبعاد النجوم كان عادة يختار ألمعها ولكن فلكيًّا ألمانيًا يدعى بسل (Bessel) كان له رأي آخر فقد قال محاورًا نفسه «إن أقرب النجوم ليس بالضرورة ألمعها والأرجح أن أقرب النجوم هي تلك التي يبدو أنها أسرعها. أفليس الأمر فيما يتعلق بالنجوم كما هي الحال مع الطيور؟ فعندما نرى طائرين يطيران، وكان أحدهما يبعد عن الآخر كثيرًا، فإن أقربهما يبدو أنه أسرع طيرانًا من أبعدهما ويبدو لنا ذلك حتى لو كان أبعدهما هو أسرعهما طيرانًا».

ومعظم النجوم بالطبع تتحرك ببطء شديد بحيث إنه في خلال حياتنا كلها لا نستطيع أن نعرف التغيرات التي تطرأ على مواقعها. بيد أن «بسل» كان يعرف

نجمًا سريع الحركة نسبيًا، وهو النجم ٦١ الدجاجة (أي النجم المرقم ٦١ في مجموعة النجوم التي تخيل الأقدمون أنها تشبه الدجاجة وأصبحت تعرف باسم كوكبة الدجاجة). وكان أسرع النجوم المعروفة في ذلك الوقت. وكان من سرعته الظاهرة بحيث إنه في ٣٠ سنة يقطع مسافة ظاهرية تعادل قطر القمر عندما يكون بدرًا كاملًا. وقرر بسل أن يقيس مقدار الإزاحة(١) لهذا النجم في ستة أشهر وذلك بأن يحدد موقعه بالنسبة إلى نجم آخر تحديدًا دقيقًا وبعد ستة أشهر وذلك بأن يحدد موقعه بالنسبة إلى نجم آخر تحديدًا دقيقًا وبعد ستة أشهر عندما تكون الأرض قد قطعت نصف مدارها الطويل ووصلت إلى الجانب الآخر منه، أي بعد أن تكون قد بعدت عن موضعها الأول مسافة ٣٠٠ مليون كيلومتر، يحدد موقع النجم بالنسبة إلى النجم الآخر مرة ثانية.

ونستطيع أن نزيد فهمًا لطريقة بسل إذا قمت بتجربة بسيطة. ضع أصبعك أمام وجهك ثم انظر إلى الأصبع بعينك اليمنى. ثم أغمض عينك اليمنى وانظر إلى إصبعك بعينك اليسرى. ستجد أن إصبعك يبدو أنه انتقل إلى اليمين. وسبب ذلك أن عينيك تبعدان بعضهما عن بعض مسافة ٦ سنتيمترات تقريبًا. فنظرتك الثانية لإصبعك كانت تبعد عن نظرتك الأولى بهذه المسافة. وقد أراد بسل أن ينظر بعينه الفلكية الثانية من على بعد ٣٠٠ مليون كيلومتر من نظرته الأولى وتوقع أن يسجل النجم، برغم بعده الشاسع، إزاحة ولو ضئيلة.

وقد سجل النجم هذه الإزاحة فعلًا ولو أنها كانت إزاحة ضئيلة للغاية. ومن هذه الإزاحة الضئيلة تمكن بسل من أن يحسب بعد هذا النجم. وكانت النتيجة أن بعد هذا النجم عنا يعادل بعد الشمس نصف مليون مرة أي نحو ٨ مليون مليون كيلومتر.

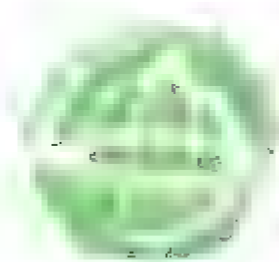
ومنذ أن قاس بسل بعد أول نجم، تمكن الفلكيون من قياس أبعاد آلاف النجوم. ولكن الفلكيين اليوم لا يعملون ما فعله بسل. بل إن كل ما عليهم أن يعملوه هو أن يقيسوا إزاحة النجم على صور فوتوغرافية مأخوذة بين كل صورة وأخرى مدة ستة أشهر. ومن الممكن أن يقاس بهذه الطريقة أبعاد تصل إلى ١ سنة ضوئية.

(١) الإزاحة هي مقدار التغير الظاهري في موقع نجم بالإسناد إلى النجوم المجاورة له.
المترجم

ما الذي تعلمه الفلكيون من قياسهم هذه الأبعاد؟ وما الذي عرفوه عن أبعاد النجوم؟

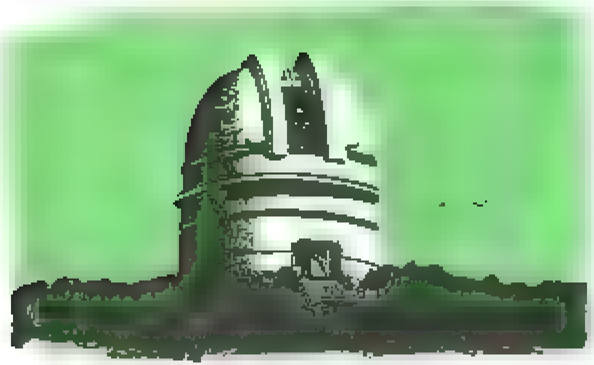
عرفوا أشياء عجيبة، فقد تبين أن جميع النجوم باستثناء عدد قليل جداً أبعد بكثير جداً من النجم ٦١ دجاجة. ومع أن بعد أقرب نجم إلينا يعادل نصف بعد ٦١ دجاجة فإنه لا يوجد غير سبعة نجوم فقط لا تتجاوز أبعادها أكثر من عشر سنوات ضوئية، أو ... مليون مليون كيلومتر، في حين تصل أبعاد بعض النجوم إلى مئات وآلاف وملايين السنين الضوئية. وعندما تتطلع إلى النجوم فإنك ترى الماضي، فإن معظم النجوم من البعد بحيث إن الضوء الذي نراه به اليوم بدأ رحلته من بعضها قبل ظهور الإسلام، ومن بعضها قبل بناء الهرم الأكبر، ومن بعضها الآخر عندما كانت الزواحف الضخمة مزدهرة على الأرض[1].

وإذا أردت أن ترتد إلى الماضي السحيق فليس لديك وسيلة أسهل من أن ترفع عينيك إلى النجوم.



(١) أي منذ نحو ٢٠ مليون سنة كما في العصر الميوسيني

المترجم



الفصل الخامس عشر

أحجام النجوم ولمعانها وسرعاتها

كن على ثقة من أن الفلكيين لم يقتصروا عند قياس أبعاد النجوم، فقد عكفوا بعد ذلك على تقدير لمعانها، لأنه إذا ما عرف بعد نجم وقيس لمعانه أصبح في الإمكان تقدير كمية الضوء التي يشعها النجم فعلاً. وهذا يساعد كثير على فهم النجوم.

وقد وجد الفلكيون أن أقرب نجم إلينا هو المسمى قنطورس[1] وهو أحد النجوم السبعة « القريبة »، ويماثل شمسنا إلى حد بعيد فهو يماثلها في اللون ودرجة الحرارة وفي كمية الضوء التي يشعها.

وعرفوا بعد أن الشعرى اليمانية نحو ... ... مع نجم في السماء وإذا كنت من عشاق النجوم فلعلك تعرف تلك المجموعة الرائعة من النجوم التي تسمى كوكبة الجبار، والمشهورة عند العرب باسم الجوزاء، وهي ترى في السماء في فصل الشتاء، والجبار يلبس حزاماً وضعه ثلاثة أنجم في صف واحد، وتحت قدمه اليمنى توجد مجموعة من النجوم تسمى كوكبة كلب الجبار والشعرى ... ...

(١) أي ألمع نجم في كوكبة قنطورس وهي من الكوكبات القريبة من القطب السماوي الجنوبي، وقنطورس اسم لحيوان خرافي عند قدماء اليونان

في هذه الكوكبة وهي تقع على امتداد حزام الجبار يميل إلى الجنوب)، وقد وجد الفلكيون أن سبب شدة لمعان الشعرى يعود من جهة إلى قربها الشديد، ومن جهة أخرى إلى شدة حرارتها وهي أشد حرارة من الشمس وبرغم أنها لا تزيد في حجمها عن الشمس كثيراً، إلا أنها تشع قدر ما تشعه الشمس من ضوء وحرارة ثلاثين ضعفاً.

وواصل الفلكيون دراسة النجوم وعرفوا ألوان ولمعان عدد كبير من النجوم التي تصل أبعادها إلى ١٠٠ سنة ضوئية بل وإلى أبعد من ذلك. ومما حصلوا عليه من معلومات أصبح في مقدورهم أن يعرفوا أشياء كثيرة حتى عن بعد النجوم. مثلاً عرفوا أن النجم الذي يضيء بلون أزرق يكون حاراً بدرجة فائقة فإذا شاهدنا نجماً بلون أزرق ومع ذلك لا يبدو لامعاً في منظار الفلكي فإنهم يستنتجون أنه لابد أن يكون بعيداً جداً. وهو لابد أن يكون كذلك لأن كل نجم «أزرق» تناولوه بالدراسة يزيد ضوءه على الشمس كثيراً. وبعض النجوم «الزرقاء» يزيد ضوءها على ضوء الشمس ١٠,٠٠٠ ضعف ومن جهة أخرى فإن النجوم «الحمراء» أقل حرارة من الشمس، ومع ذلك فإن النجم «الأحمر» إذا كان كبيراً كافياً فإن ما يشعه من الحرارة قد يزيد عما يشعه النجم «الأزرق».

وقد ظل الناس أمداً طويلاً لا يعرفون عن النجوم إلا أنها مجرد نجوم تكاد لا تختلف بعضها عن بعض فتصور إلى دهشتهم عندما عثروا أنها تختلف بعضها عن بعض اختلافات واسعة المدى. فقد وجد الفلكيون نجوماً عملاقة كانت عادية وأخرى صغيرة للغاية كانت أقزاماً ونجوماً شديدة الحرارة وأخرى تميل إلى البرودة. وفي بادئ الأمر سببت هذه الاختلافات الواسعة المدى ارتباكاً للفلكيين ولكن شيئاً فشيئاً باستمرارهم في دراسة النجوم ومقارنتها بعضها ببعض أصبحت الصورة أكثر وضوحاً لهم بوجه عام.

وأصبحنا الآن نعلم أن النجوم الشديدة اللألاء هي نجوم استثنائية! إذ لا توجد نجوم كثيرة يعادل لمعان كل منها لمعان الشمس ١٠,٠٠٠ ضعف، ومقابل كل نجم من هذه النجوم، يوجد ١٠٠,٠٠٠ نجم تماثل الشمس. ومن جهة أخرى فإن كل نجم مع من الشمس نحو خمسة عشر نجماً أقل منها لمعاناً. ولكن معظم النجوم متقاربة في صفاتها مما دعى الفلكيين إلى ضمها في مجموعة واحدة أطلق



عليها اسم مجموعة النجوم «السوية». والشمس تنتمي إلى هذه المجموعة وهي نموذج طيب للنجوم «السوية»، إذ لا هي بالضئيلة حتى تتجاهل كي يتجاهل الشخص العادي وسط الزحام، ولا هي تشذ عن الأخرى شذوذًا يلفت إليها النظر بوجه خاص.

وإذا قورنت النجوم المارة بهذه النجوم «السوية» التي تكون الغالبية العظمى من النجوم، فإنها تبدو بالغة الضخامة. فإن حجم بعضها يزيد على حجم الشمس مائة ضعف ويبلغ بعض النجوم الحمراء من الضخامة بحيث إذا حل أحدها محل الشمس فإنه يمتد إلى ما بعد مدار الأرض. فبدلاً من أن تكون الأرض على بعد ١٥٠ مليون كيلومتر منه، فإننا نجد نفسها داخله.

أما الأقزام، التي يوجد منها عدة أنواع، فهي أصغر من الشمس كثيرًا. والأقزام البيضاء هي أغرب النجوم جميعًا فهي مكبوسة كبسًا شديدًا بحيث لا يزيد حجم الواحد منها على حجم كوكب ولا يمكن أن ترى إلا بأقوى المناظير الفلكية. ومع ذلك فإن وزن نجم قزم منها يعادل وزن الشمس. فلنتصور مقدار مدى كبس مادة النجم حتى يصبح ذلك ممكنًا! وفي الواقع يبلغ مدى كبس المادة حدًا يجعل وزن قطعة من مادتها يعادل وزن قطعة مماثلة من حديد ٦ ضعف! ووزن سعة [illegible] من مادة القزم الأبيض [illegible] طنًا. ومهما يبدو ذلك جنونيًا بعيدًا عن التصور فإنه توجد أقزام بيضاء أكثر كثافة.

وربما نعجب لماذا تحتل الشمس موضعًا خاصًا بين النجوم. فإنك ستكون على حق في أن سبب إضاءة النجوم المستمرة هو السبب نفسه في إضاءة الشمس، وسيكون تفكيرك في محله فإن جميع النجوم تتغذى على مادتها إذ إنها في أعماق باطنها تحول الهيدروجين إلى هليوم.

ويمكن أن نسأل سؤالاً: وهو أن النجوم لا تستهلك كلها مادتها بنفس الطريقة. فالنجوم التي ليست أكبر من شمسنا تستهلك مادتها، كما تفعل الشمس، باعتدال واقتصاد ولا يوجد خطر من نفاد كمية الهيدروجين التي بها سريعًا. أما النجوم الكبيرة فإنها شديدة الإسراف إذ إنها تستهلك هيدروجينها بسرعة شديدة، وكلما كان النجم أكبر زاد إسرافه.

والنجم الذي يزيد على الشمس ضعفين يكون استهلاكه لهيدروجينه أسرع من

استهلاك الشمس لهيدروجينها بسبع مرات، والنجم الذي يزيد على الشمس مائة ضعف يكون أسرع منها مليون مرة. ومثل هذا النجم، كما نرى، يتعرض للمتاعب قبل مضي زمن طويل؛ إذ من شأنه أن يستهلك كل هيدروجينه في وقت وجيز بالقياس إلى الأزمنة الفلكية. وقد فعل بعض النجوم ذلك، ولم يعد لديها من وسائل للاستمرار في الإضاءة سوى الانكماش. وهي الوسيلة التي اتبعتها الأقزام البيض بعد استنفاد هيدروجينها واضطرت للانكماش لتظل حارة ولامعة.

وعدد الآلاف من ملايين النجوم هل تفعل شيئًا آخر بجانب إنتاجها للطاقة؟ نعم، إنها تتحرك. فالقمر يدور حول الأرض، والأرض تدور حول الشمس، والشمس تتحرك بسرعة في الفضاء؛ وهي تتحرك في سيل ضخم من حركة مرور محلية. بعض النجوم يتحرك معها في مدار دائري واسع داخل المجرة وبعضها الآخر يقطع طريق مرورنا. ولكنها جميعًا تسير في مجموعة النجوم التي نسمي بها شمسنا — المجرة. وجميع النجوم التي نراها بالعين المجردة تنتمي إلى مجرتنا.

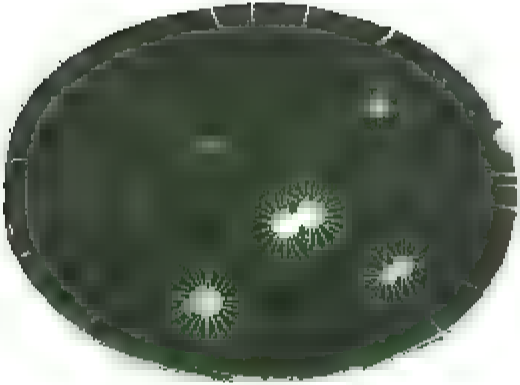
ولعلك تذكر أن النجم ٦١ الدجاجة من سرعة الحركة بحيث إنه في ٣٠٠ سنة يقطع مسافة ظاهرية تعادل قطر القمر. ولكن ما هي السرعات الحقيقية للنجوم؟ وما هي السرعة الحقيقية لحركة مرور النجوم في مجرتنا؟

تتراوح سرعات النجوم بين ١٦٠٠٠ كيلومتر و٦٤٠٠٠ كيلومتر في الساعة وتلحق شمسنا بكثير من النجوم المتحركة معها في طريق واحد؛ لأنها تتحرك بسرعة ٦٤ كيلومتر في الساعة.

ونحن لا نستطيع، ونحن نتحرك مع الشمس، أن نرى الطريق أمامنا إلى مسافة بعيدة. كذلك لا نستطيع أن نتبين الجانب الآخر من الطريق. والسبب في ذلك وجود تراب يحجب الطريق. وبرغم ذلك فإننا نعرف الوجهة التي نتجه إليها. نحن نتحرك في اتجاه كوكبة الدجاجة. ولكن لا تفزع، فلن يحدث تصادم، فالطريق فسيح للغاية كما يسمح بالمرور بأمان. وطرق المرور في السماء فسيحة للغاية فالمسافات بين النجوم، على العموم، تعادل قطرها خمسين مليون ضعف[1] فالنجوم تكاد تكون تائهة في الفضاء.

(١) تصور سيارة عرضها متر تسير في طريق عرضه خمسون ألف كيلومتر. (المترجم)

هل تتذكر؟ عندما وصفنا الليمونة التي تمثل الشمس في القاهرة، وجدنا أن علينا أن نضع الليمونة التي تمثل أقرب نجم إليها في مراكش. وهذا يعطيك فكرة عن المسافات الشاسعة بين النجوم، ومن ثم فلا نظن أن الطريق مرور النجوم في السماء مزدحماً واحتمال تصادم نجم بآخر هو واحد في كل ألف مليون. وإذن فحركة مرور النجوم في السماء في غاية الأمن والسلامة



الفصل السادس عشر

رفقاء في السماء

إننا ننطلق في طريقنا الطويل داخل مجرتنا. ومع ذلك فإننا لا نشعر بحركتنا تماماً كما أننا لا نشعر بحركتنا حول محور الأرض، ولا بحركتنا حول الشمس، كذلك بالمثل لا نشعر بحركتنا مع الشمس في طريقها عبر الفضاء. وفي عودة منظر حولنا إلى أقرب [illegible] وندير منظارنا الفلكي مرة في هذا الاتجاه ومرة في ذلك [illegible] شيء مفاجأة حين ما كنا نظنه نقطة ضوئية يتضح لنا أنه في الواقع نجمان مستقلان قريبان جداً بعضهما من بعض.

وإني أسمعك تهتف قائلاً: «ولكنك قلت إن النجوم على مسافات شاسعة بعضها من بعض، وقلت إن المسافات بينها فسيحة بحيث إنه لا يقع بينها تصادم!»

وهذا صحيح؛ فإن ما نراه ليس حادثة مرور على وشك الوقوع. فإن النجمين كانا قريبين بعضهما من بعض على الدوام. فهما توءم وهما توأمان وكل منهما يدور

حول الآخر وينطلقان معًا في الفضاء. ويوجد عدد كبير من النجوم من هذا النوع. وربما كان نصف جميع النجوم نجومًا مزدوجة. ومن بين أقرب ثلاثة نجوم إلينا يوجد خمسة منها مزدوجة، ونجم من هذه الخمسة له رفيقان بدلا من رفيق واحد. والشمس، التي تسير منفردة، هي أقرب إلى الاستثناء منها إلى القاعدة العامة.



يوجد نجم مزدوج عند المنحنى في ذراع الدب الأكبر

وحتى بدون منظار مزدوج عادي تستطيع أن ترى بعضًا من النجوم المزدوجة بعينك المجردة. فإذا دققت النظر إلى النجم المكون للانحناء في ذراع الدب الأكبر فإنك سترى نجمًا آخر خافتًا يعلوه. وإذا كسبت حديد البصر تستطيع أن تكتشف نجومًا مزدوجة أخرى، ولكن المنظار الفلكي سيكشف لك عن آلاف منها وسترى نجومًا مزدوجة يتشابه فيها التوأمان، وأخرى تختلف فيها التوأمان بعضهما عن بعض اختلافًا بينا.

فالشعرى مثلا هو توأم يختلف عنه كل الاختلاف وهذا التوأم نجم خافت جدًا ويرى رفيقه لمعان الشعرى خفوتًا وهو يعادل الشمس في الوزن ويزيد عنها في شدة الحرارة. ومع ذلك فهو يقل عن الشمس في اللمعان وفي الحجم كثيرًا. فهو لا يبلغ إلا جزءًا من خمسين جزءًا من حجمها، ولا يزيد عن تلك النسبة كثيرًا من حجمها. وفي الواقع فهو من تلك النجوم التي تستدعي جميع هذه العجائب

---

(١) يسميه العرب السهى ويضرب به المثل في خفوت الضوء كما جاء في شعر أبي العلاء المعري. (المترجم)

سريعًا. وهو يحاول الآن الاستمرار في الإضاءة على قدر ما يستطيع بالانكماش فهو إذن قزم أبيض. وقد بلغ في انكماشه حدًا بحيث أن بوصة مكعبة من مادته تزن ٦٥ كيلوجرامًا.

والنجوم المزدوجة بالنسبة للفلكيين ليست مجرد صورة ينظرون إليها في إعجاب. وهم يكادون لا يستطيعون الاستغناء عنها في بحوثهم. لأن وزن النجم هو أهم خواصه. إذ يتوقف لمعان النجم غالبًا على وزنه – والنجوم المزدوجة هي النجوم الوحيدة التي يمكن وزنها. وعندما يراقب الفلكي توأمي النجم المزدوج وكل منهما يدور حول الآخر، فإنه يستطيع أن يحسب قوة الجذب بينهما. التي تجعلهما قريبين بعضهما من بعض بهذا القدر ومن قوة الجذب يستطيع أن يحسب الوزن.

وبالنظر إلى ما هو معروف عن عدد أنواع النجوم فمن النتائج التي وصل إليها الفلكيون عن أوزانها أنها مثيرة للدهشة حقًا فمن الاختلاف بين النجوم في الوزن يكاد لا يذكر بالنسبة لاختلافها في اللمعان، إذ لا توجد نجوم كثيرة يزيد وزنها عن وزن الشمس عشر مرات، ولا توجد نجوم كثيرة يقل وزنها عن خمس وزن الشمس.

ولا ينبغي أن نظن أن توأمي النجم المزدوج قريبان بعضهما من بعض في جميع الأحوال؛ ففي بعض النجوم المزدوجة يبعد التوأمان بعضهما عن بعض بعدًا كبيرًا بحيث يستغرق كل منهما في الدوران حول الآخر مائة سنة بل وأكثر، وحتى لو لم يكن معهم ذلك، فإنك ستعجز ولا شك أن المسافة بين توأمي النجم المزدوج، عندما يكون بعيدًا عنا بعدًا سحيقًا، لابد أن تقدر بآلاف الملايين من الكيلومترات حتى يمكن أن نرى التوأمين منفصلين أحدهما عن الآخر. وإن تدبك ولاسيما خبرتك بما تبدو عليه الأشياء إذا شوهدت من مسافات بعيدة. فقضيبا السكة الحديدية يبدوان متلاقيين إذا شاهدتهما من مسافة بعيدة، وكثير من النجوم المزدوجة يبعد عنا بعدًا سحيقًا بحيث إنها لا ترى إلا كنقطة ضوئية حتى لو رؤيت بأكبر المناظير الفلكية.

ومن ناحية أخرى توجد نجوم مزدوجة يكون فيها الرفيقان قريبين جدًا أحدهما من الآخر وبعض النجوم المزدوجة يكون فيها الرفيقان من القرب بحيث إنهما يستغرقان أيامًا، لا سنوات، في دوران كل منهما حول الآخر، بل ساعات

لا يستغرقان سوى ساعات قليلة. وهذه النجوم المزدوجة التي يكاد يتلاصق فيها الرفيقان كتلك التي تبعد عنا بمسافات شاسعة، لا يمكن أن ترى إلا كنجم واحد ومع ذلك فإن المطياف يميز بينهما إذ يسجل ما يكمن من ضوء كل من النجمين المتقاربين منفصلاً عن الآخر

فمثلاً عندما يدور كل من رفيقي نجم مزدوج قريبًا جدًا من الآخر بحيث يكادان يتلاصقان، فإن حدثًا عجيبًا يحدث لأحدهما معظم الوقت وفي أحيان أخرى يحدث أن «يكسف» الآخر – أو جزءًا منه – كلما يكون بينها وبينه



أحيانًا «يكسف» أحد رفيقي نجم مزدوج رفيقه الآخر

ونحن بالطبع لا نرى أي نجم على هيئة قرص فقط، لأن جميع النجوم، ما عدا الشمس، تبعد عنا بمسافات شاسعة. ولذلك فإن ما نراه عندما يكسف نجم نجمًا آخر، هو مجرد تغير في لمعانهما معًا فيصبح لمعانهما أقل. ويحدث الكسوف هذا في فترات متقاربة تبلغ في حالة بعض النجوم المزدوجة كل ثلاث دقائق

تم يرسم خط بياني يبين التغير الذي يطرأ على لمعان النجمين معًا.

وإن الإنسان تستولي عليه الدهشة لما يستطيع الفلكي أن يستخلصه من معلومات وفيرة عن النجوم بدراسة هذه الخطوط البيانية، وإجراء عمليات رياضية معقدة فبعد أن يعرف بعد النجم المزدوج، ويحلل الضوء الصادر منه، يستطيع أن يقدر قطر كل من توءمي النجم المزدوج مقدرًا بالكيلومترات،

ويستطيع أن يقدر وزن كل منهما بالأطنان، كما يستطيع أن يقدر درجة حرارة كل منهما، ومقدار متوسط لمعان السنتيمتر المربع من سطحه، وسرعة كل منهما، بل ومدى انبعاج كل منهما نتيجة جذب كل منهما للآخر

وإن مما يرتاح له الإنسان أن يعلم أن النجوم ليست منفردة في السماء كما تبدو للعين. فالإنسان يميل إلى الترابط والتقارب. والنجوم المزدوجة فيها شيء من الناس

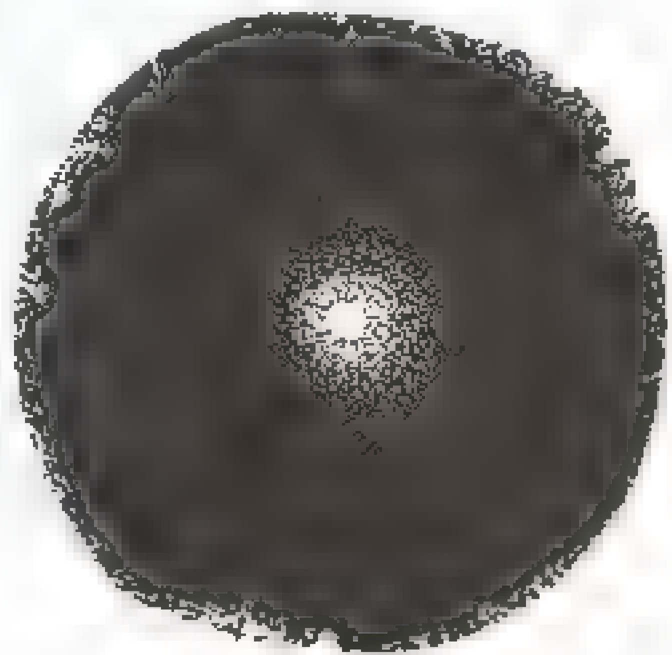
ولكن ليست الوحدة هي بأي شيء من الناس. أو يصبح أن بعض النجوم المزدوجة يتكون من ثلاثة أنجم، أو من نجمين مزدوجين. ويوجد بجانب هذه النجوم المزدوجة، تجمعات نجمية أكبر – تجمعات كاملة تتحرك نجومها مصاحبة بعضها بعضًا كسرب واحد. ويصل عدد نجوم بعض هذه التجمعات إلى مئات بل وآلاف النجوم



تكون الثريا جزءًا من برج الثور

وتوجد مجموعة صغيرة، اشتهرت منذ القدم بمظرها وبهائها، وتسمى الثريا وقد ذكرها العرب في أشعارهم كثيراً، وهي جزء من مجموعة النجوم التي تسمى برج الثور وعندما تنظر إلى الثريا في إحدى ليالي الشتاء الصافية ستستطيع بسهولة أن تميز فيها ستة نجوم فيها وكان العرب يعتبرون أن من يرى سبعة منها يكون قوي البصر وقليل هم الذين يستطيعون أن يروا سبعة أو عشرة بشرط أن يكونوا بعيدين عن أضواء المدن، وأن تكون أعينهم قد ألفت الظلام، ويمكنك إذا نظرت من خلال منظار مزدوج عادي، استطعت أن ترى خمسين أو ستين نجماً أما عدد النجوم التي يمكن أن ترى بمنظار فلكي فيصل إلى عدة مئات.

ومثل هذه التجمعات النجمية المفتوحة توجد في جميع أجزاء مجرة عبر السماء ويمكنك أن تبحث بنفسك عن بعضها كتجمع خلية النحل في كوكبة السرطان، أو ترى التجمع المزدوج المشهور في الشتاء بين كوكبتي فرساوس وذات الكرسي، ويمكن رؤية هذا التجمع خلال جزء كبير من الليل في شهور كثيرة من السنة، ولكن لا تتوقع أن ترى نجوماً منفردة بل ضوءاً خافتاً في التجمع

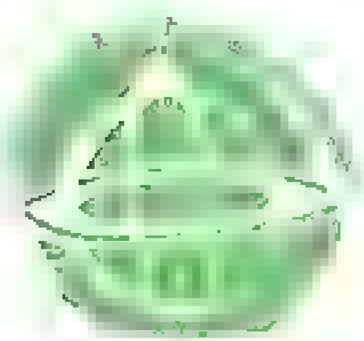


التجمعات الكروية تضم مئات الآلاف من النجوم وتبدو ككرات ضخمة منتثرة في السماء

فهي مجرد نجوم مضمومة بعضها إلى بعض في شبه حزمة. وقد كانت دائماً كذلك وهي أسر تعيش طول حياتها معاً وتسير في طرق مرور السماء في جماعة واحدة.

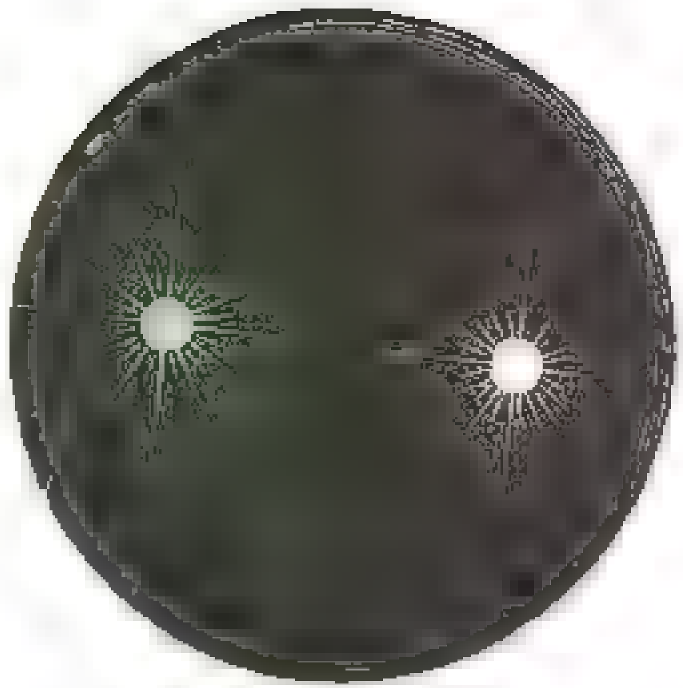
التجمعات الكروية تضم مئات الآلاف من النجوم وتبدو ككرات ضخمة منتثرة في السماء

ولاشك أنك تعتقد أن تجمعات النجوم التي تضم مئات أو آلاف النجوم هي تجمعات ضخمة. ومع ذلك فهناك تجمعات من نوع آخر تتضاءل بجانبها التجمعات الأولى ونسميها التجمعات الكروية لأنها تتخذ شكل كرات ضخمة. وفي نصف الكرة الشمالي حيث نعيش لا نرى بالعين المجردة إلا تجمعاً كروياً واحداً وهو واقع في كوكبة هرقل. ويبلغ عدد هذه التجمعات المعروفة إلى الآن مائة تجمع وفي كل منها عشرات أو مئات الآلاف من النجوم، ونحو ١٠ تجمع من نجوم هذه التجمعات ألمع من الشمس، وألمعها جميعاً يفوق الشمس في اللمعان ثلثمائة ضعف



يسميها العرب كوكبة الجاثي

مترجم.



الفصل الثاني عشر

النجوم المتغيرة العظمى

صباح أحد أيام الشتاء في سنة ١٩٠١ كان فلكي إسكتلندي يدعى الدكتور أندرسن يراقب السماء. وكان الدكتور أندرسن هاوياً، ولكنه كان خبيراً بالنجوم. ولذلك عندما وقعت عينه على نجم متوسط اللمعان في كوكبة فرساوس اشتدت ضربات قلبه، فإن ذلك النجم كان نجماً جديداً؛ إذ لم يكن يوجد نجم في ذلك المكان من قبل!

وبادر الدكتور أندرسن بالاتصال بالمرصد، ولم تمض ساعة حتى كانت الأسلاك تنشر هذا الخبر المثير. وبادر كل فلكي في متناوله منظار فلكي إلى ذلك المنظار، وتوجهت الأعين في جميع أنحاء العالم إلى هذا النجم الجديد في كوكبة فرساوس، فقد كان يقع في السماء أشد الحوادث إثارة، ولم يشأ أحد أن يفوته هذا «الاستعراض الكبير».

وزاد النجم في اللمعان سريعاً، وبات في الليلة التالية حتى كاد يكون ألمع نجم في السماء. ولكن في الليلة التي تليها كان قد بدأ في الخفوت، وأخذ يزداد خفوتاً ببطء، وبعد سنة أصبح يكاد لا يرى بالعين المجردة.

ما الذي حدث؟ ولماذا كل هذا الانفعال؟ وهل ولد نجم جديد حقاً؟

في ذلك الوقت لم يكن الفلكيون يعرفون ما الذي حدث بالضبط، وكل ما كانوا يعرفونه هو أن هذا النجم الجديد الذي ظهر في كوكبة فرساوس، لم يكن نجماً جديداً فعلاً. فقد كان موجوداً في مكانه على الدوام، ولكنه كان من الخفوت في السماء بحيث لم يكن يرى بالعين المجردة. ثم بسبب ما لمع فجأة لمعاناً شديداً، ثم أخذ في الاضمحلال مرة أخرى. وكانوا يعلمون أن مثل ذلك قد حدث عدة مرات من قبل. ودلت السجلات أنه قد شوهد خلال القرون عدد نجوم جديدة وقد أطلق عليها في اللغات الأوربية اسم Novae أي النجوم الجديدة لأن الفلكيين كانوا قبل اختراع المنظار الفلكي يعتقدون أنها نجم جديد قد ولد. ونطلق على هذا النوع من النجوم الذي يزداد لمعانه فجأة زيادة كبيرة اسم المتفجرات. وهي على نوعين، متفجرات عادية، ومتفجرات فوق العادية — كما سيأتي شرح ذلك. ولكن في مدى التلسكوب [illegible] ظهور نجم فرساوس [illegible] أي نجم جديد بمثل هذا التألق، فهل حدثت بالسماء نكبة كبرى؟ هل تصادم نجمان؟

في خلال خمسين السنة الأخيرة تمكن الفلكيون من حل لغز المتفجرات العادية والمتفجرات فوق العادية واتضح أنه لا علاقة لها بحوادث المرور في السماء. فإن الأبعاد الشاسعة بين النجوم تجعل احتمال وقوع اصطدام بين نجمين أقل من احتمال اصطدام ورقتين صغيرتين ألقي بهما في المحيط الهادي بأسره. والمتفجرات هي نجوم بالغة الضخامة لا تسبب متاعب إلا لنفسها.

وإنك لتذكر أنه كلما زادت ضخامة النجم، أسرع في استهلاك هدروجينه. والنجم المتفجر هو أحد هذه العمالقة الشديدة الإسراف التي استنفدت جميع هدروجينها ووجدت أنه لا مناص لها من الانكماش. وحدث انكماش وانكماش، وكلما زادت الانكماش زادت سرعة دورانها حول محورها. وفي نهايته بلغت من سرعة الدوران بحيث قد [illegible] غلافها الخارجي كله، فتطير في الفضاء بسرعة خاطفة كأنه فقاعة لامعة.

وهذا هو الذي يجعل النجم يزداد في لمعانه عما كان عليه من قبل ... مرة. وعند لحظة الانفجار يصبح النجم ... شديد الحرارة ... وبعد فترة من الزمن — تبلغ عادةً شهوراً قليلة — يعود النجم مرة أخرى إلى حالته السوية ثم بعد بضع سنين يكون عرضة لأن ينفجر على المنوال نفسه مرة أخرى.

وهذا هو ما يحدث للنجم العادي الانفجار. أما النجم فوق المتفجر فإن انفجاره يكون أعنف من ذلك بكثير. وإن ما يحدث للنجم المتفجر هو أعنف ما يمكن أن يحدث في جنبات الكون كله. ويمكنك أن تتصور شدة هذا الانفجار إذ تحسب أنه يعادل انفجار مليون مليون مليون مليون قنبلة هدروجينية في آن واحد. وبسبب شدة الانفجار أن النجم فوق المتفجر لا يتخلص من طاقته بقذف جزء من غلافه الخارجي في الفضاء بين حين وآخر، بل يستمر محتفظاً بطاقته حتى يضطر إلى أن يتخلص منها بانفجار شامل واحد. وعندما يحدث ذلك فإن الانفجار يتم في دقيقة واحدة. ولكن في هذه الدقيقة الواحدة ربما يقذف إلى الفضاء تسعة أعشار النجم.

وإنه لمن المثير أن نستطيع أن نراقب نجماً متفجراً وهو يمر بهذه الكارثة، ونتصور في مخيلتنا ما يحدث هناك على بعد ملايين ملايين من الكيلومترات. والنجوم المتفجرة العادية ليست كثيرة الحدوث، والمتفجرات فوق العادية أقل حدوثاً؛ إذ لا يقع الانفجار فوق العادي إلا كل قرنين أو ثلاثة قرون. ولكننا نستطيع أن نرى نوعاً آخر من النجوم التي يتغير لمعانها تغيراً دورياً وعددها يزيد كثيراً على عدد النجوم المتفجرة.

وأحد هذه الأنواع يزداد لمعانه ... أضعاف كل سنة أو نحوها وعدد كبير من النجوم الحمراء تفعل ذلك. ويطلق على مثل هذه النجوم اسم المتغيرات طويلة المدة. ولم نصل بعد إلى معرفة سبب هذا التغير معرفة تامة. إذ ما الذي يجعلها تخفت ثم تعود فتلمع بهذا الانتظام الدوري كأنها تسير بانتظام؟ فهل يسبب ذلك اندلاعات دورية كما يحدث بالشمس؟ لا ندري.

ونوع آخر يسمى المتغيرات القيفاوية، ونجوم هذا النوع يمكن الاعتماد عليها كل الاعتماد فهي تغير لمعانها في مواعيد محددة. ويتم بعضها دورة تغير لمعانه مرة في كل يوم، وبعضها في عدة أيام، وبعضها الآخر في كل شهر

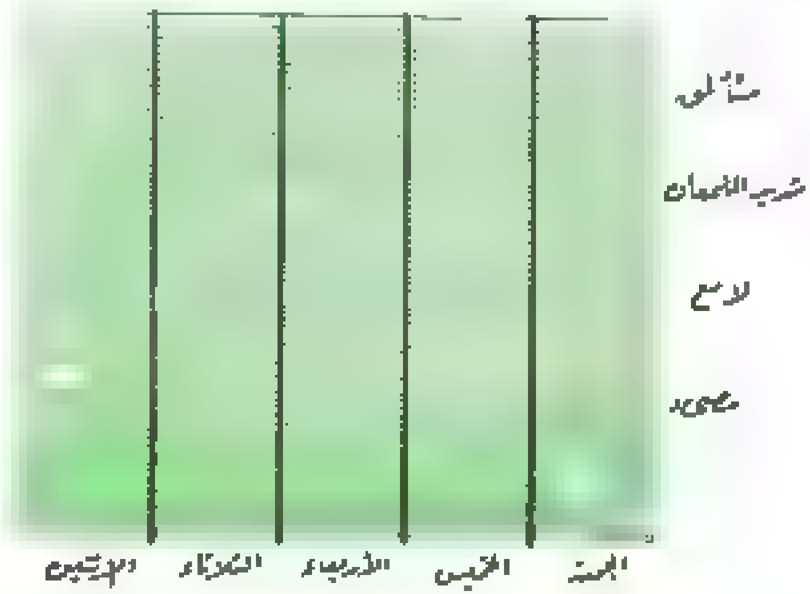


النجم المتفجر هو عملاق ينكمش وينكمش حتى ينفجر

وقد سميت نجوم هذه الأسرة بالمتغيرات القيفاوية نسبة لأول نجم اكتشف منها ويقع هذا النجم في كوكبة قيفاوس (وهي من الكوكبات القريبة من القطب السماوي الشمالي) وكل فرد من أفراد هذه الأسرة له أهمية خاصة لأن كل نجم منها يزيد لمعانه عن لمعان الشمس مائة ضعف على الأقل ويزيد لمعان بعضها عن لمعان الشمس عدة آلاف من المرات. ولكن ما يجعل لها أهمية خاصة ليس مجرد أنها شديدة اللمعان بل ما كشفه الفلكيون من العلاقة بين لمعانها والزمن الذي تتم فيه دورة تغير لمعانها فجميع النجوم التي تتم دورة تغير لمعانها في يوم واحد يزيد لمعان كل منها عن لمعان الشمس مائة ضعف، والنجوم التي تتم دورتها في عشرة أيام يزيد لمعانها على لمعان الشمس ألفي ضعف. أما التي تتم دورتها في شهر فيزيد لمعانها على لمعان الشمس عشرة آلاف ضعف!

وستتساءل: «ولكن لماذا يهتم الفلكيون بهذه النجوم؟»

هل تذكر كيف قاس «بسل» بُعد نجم من النجوم؟ إنه رصده من جانب من مدار الأرض ثم رصده مرة أخرى بعد ستة شهور من الجانب الآخر من المدار

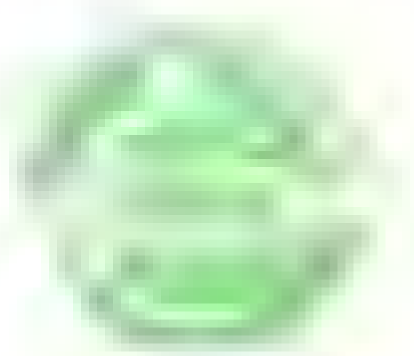


كما يتغير النجم في اللمعان من يوم إلى يوم

وهذه الطريقة، كما قلت من قبل، لا تؤدي إلى نتائج دقيقة إلا في حالة النجوم التي لا يزيد بعدها عن مائة سنة ضوئية. ولكن المتغيرات القيفاوية كلها شديدة اللمعان ويمكن رؤيتها على مسافات شاسعة — وكلها تكشف عن أبعادها بدقة تامة.

وسبب ذلك أننا عندما نعرف المدة التي يتم فيها النجم دورة تغيره نستطيع أن نحسب مقدار ما يزيد لمعانه الحقيقي على لمعان الشمس. وبما أن اللمعان الظاهري للنجم يتوقف كلية على المسافة، فإننا نستطيع في الحال أن نقدر بعده عنا.

تصور إذن أهمية ذلك للفلكيين. فقد أصبحت المتغيرات القيفاوية كأنها معالم (milestones) مضيئة قد وضعت في جميع أنحاء السماء. إذ لولاها لما كنا نستطيع أن نحسب في شيء من الاطمئنان الأبعاد التي تزيد على مئات الألوف من السنين الضوئية. فهي تمدنا بمجموعة معالم لارتياد الفضاء في أبعاده السحيقة ونعرف مكاننا فيه



الفصل الثامن عشر

النوابض والثقوب السوداء

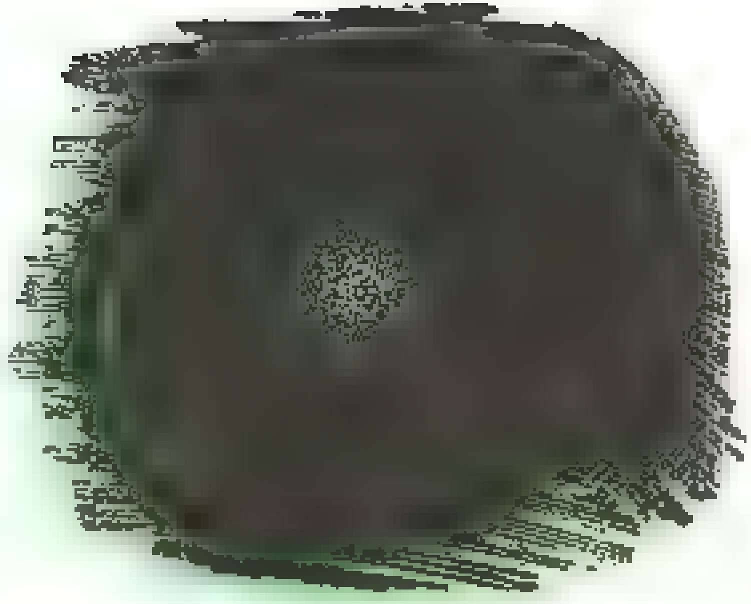
اكتشفت جوسلين بل في أثناء عملها بالمنظار الراديوي[1] في كمبردج عام ١٩٦٧ مصدرًا نابضًا لموجات الراديو هو ما أطلق عليه الآن «النابضة». فلقد استقبلت من مصدر مجهول نبضة لإشارة راديو تكررت كل ١,٣ ثانية بانتظام كما لو كانت ساعة دقاقة. وتلا ذلك اكتشاف نوابض أخرى بدورات تتراوح بين عشر ثانية وبضع ثوان. ولقد حيرت هذه الأجرام الغريبة الفلكيين في بادئ الأمر، ووصل الظن ببعضهم إلى أنها إشارات صناعية يبثها أناس متقدمون حضاريًا من عالم آخر غير عالمنا. ولعلنا نذكر الضجة التي أحدثتها وسائل الإعلام

(١) المنظار الراديوي وسيلة حديثة تطورت خلال الأربعين سنة الماضية لفحص الأجرام السماوية التي لا يستطيع المنظار الفلكي رؤيتها، إما لبعدها السحيق أو لاحتجابها وراء السحب. ويعتمد المنظار الراديوي في عمله على الموجات الكهرومغناطيسية التي تتراوح أطوالها بين بضعة مليمترات وبضعة أمتار أي في نطاق أمواج الراديو. كما يعتمد أيضًا على أن من الأجرام السماوية والمجرات ما يبعث بتلك الموجات. ويتكون أساسًا من طبق معدني مقعر كبير يصل قطره إلى ١٢٠ مترًا ويثبت في بؤرته هوائي جهاز استقبال ويمكن توجيه الطبق في الاتجاه المراد استكشافه (كما نعمل مع المنظار الفلكي) فتتجمع الموجات الساقطة عليه وتتركز على الهوائي في البؤرة. ويعطي جهاز الاستقبال إشارة تسجل تحتها أو خطًا على لوحة تسجيل تتحرك في توافق مع حركة الطبق. فإذا ما أدير الطبق بسرعة منتظمة حول المحور المار بالسمت لفة كاملة، ثم تغيرت زاوية الارتفاع وتكررت الحركة السمتية، وتوالى تغير زاوية الارتفاع وتكرار الحركة السمتية في كل مرة حتى مسح رقعة معينة من السماء وتظهر شدة الإشارة على لوحة التسجيل في أثناء المسح. وبتحليل لوحة التسجيل يمكن رسم خريطة تمثل الإشعاعات الراديوية الواردة من أجزاء السماء المختلفة. ويمكن توصيل الجهاز بحاسب إلكتروني يعطي الصورة مباشرة. وهذا الجهاز لا يعتمد على الرؤية بالعين كالمنظار الفلكي، وهو يعمل ليلًا ونهارًا لا يعوقه صفاء الجو ولا غشاوة السحب.

في ذلك الوقت عن وجود عوالم أخرى متحضرة غير عالمنا الأرضي، ولكن سرعان ما تأكد للعلماء خطأ هذا الظن.

ويعتقد الآن بقدر كبير من اليقين أن هذه الإشارات تنبعث من نجوم نيوترونية ذات كثافة عالية للغاية تدور حول محاورها مرة في الثانية أو ما يقرب من ذلك. والمعتقد أن النجم النيوتروني يتكون عندما ينفد وقود نجم كبير (تزيد كتلته عن كتلة الشمس بمقدار الضعف على الأقل)، فينهار وينكمش بتأثير قوى جاذبية داخلية. وهذه القوى على درجة هائلة من الشدة بحيث تتحد الإلكترونات بالبروتونات وتنضغط في كرة لا يزيد قطرها عن عشرة كيلو مترات بعد أن كانت نجمًا يفوق الشمس في الحجم، وبالطبع تزيد الكثافة في هذا النجم إلى حد لا يصدقه عقل فيزن فيه ملء الكشتبان من هذه المادة مائة ألف مليون طن. ويعمل مجال هذا النجم المغناطيسي الشديد على إرسال حزمة من الإشعاع الكهرومغناطيسي شبيهة بالحزمة المنبعثة من الفنار. وكلما دار النجم دورة حول محوره، يلتقط المنظار الراديوي هذه الحزمة على شكل نبضة راديوية. وعلى ذلك فيمكن أن تكون النابضة هي المراحل النهائية لنجم ضخم يحتضر.

ويتحدث الفلكيون الآن عن شيء يسمونه «الثقب الأسود». ويحدث الثقب الأسود نتيجة انهيار نجم كبير تزيد كتلته عن مثل كتلة الشمس. فإذا انهار هذا النجم وانضغط تحت تأثير قوى جاذبيته فلا شيء يستطيع وقف هذا الانهيار والانضغاط، وحتى كثافة النجم النيوتروني التي لا يصدقها عقل لا تكفي لوقف انضغاط مادة النجم تحت تأثير جاذبيته في حالات مزيد الكثافة. وكلما انضغط الجسم إلى حجم أصغر زادت شدة قوة الجاذبية على سطحه، وزادت صعوبة إفلات أي شيء من الانجذاب إليه حتى الضوء. حتى الضوء الذي لا يستطيع شيء في الكون أن يسبقه، لا يمكنه الإفلات من نجم انهار وانضغط في كثافة هائلة بهذا القدر الكافي. وحيث أننا نرى الأشياء باستقبال أعيننا للضوء الآتي منها، فإننا لا نرى هذا الجرم لأنه يمسك بالضوء ويمنعه من الوصول إلينا، وهكذا نقول إنه ثقب أسود، لأننا لا نراه. وأي شيء يقترب منه ينجذب إليه فيختفي إذ أنه سقط فيه. ولم يكتشف حتى الآن ثقب أسود، ولكن لا يزال من المحتمل أن تكون هذه هي نهاية النجوم البالغة الضخامة.



الفصل التاسع عشر

مجرتنا – ومجرات أخرى

تصور غابة في غاية مترامية لا حصر لعدد أشجارها ثم تصور أن نملة تحاول معرفة شكل هذه الغابة. إن ذلك سيبدو أمراً مستحيلاً، وليس إلى تحقيقه من سبيل. ومع ذلك فإن الإنسان قد تمكن من حل معضلة مماثلة لهذه، فقد تمكن من معرفة شكل وحجم مدينتنا النجمية الهائلة التي نعيش فيها، والتي نطلق عليها اسم المجرة، ونسميها مدينتنا النجمية لأنه توجد في رحاب الفضاء التي مكنت المراصد الفلكية من التطلع إليه ومعرفته — نحو ألف مليون مدينة نجمية أو مجرة أخرى.

ما هو إذن شكل مجرتنا؟

إذا كان كل شيء في السماء تقريباً يبدو ككرة ... ككرة مسطحة ... فربما يبادر إلى ذهنك أن مجرتنا كروية أو شبه كروية أيضاً. ولكن ذلك غير صحيح فإن

مجرتنا شبه فطيرة مستديرة مسطحة منفوشة من وسطها. ومن موقعنا داخل هذه الفطيرة لا نستطيع أن نرى إلى مسافة بعيدة في اتجاه المركز بسبب وجود أتربة تحجب منطقة المركز عن أنظارنا. ولكننا نستطيع أن نرى بوضوح في اتجاه الحافة القريبة منا. وأهم ما نراه هو حزام المجرة، وهو الدليل الذي نسترشد به لمعرفة شكل المجرة. وحزام النجوم اللبني هذا يكاد يقسم السماء إلى قسمين متساويين وهذا معناه أننا نتوسط تقريباً المسافة بين أعلى الفطيرة وأسفلها.

أما حجم الفطيرة فهي من الضخامة بحيث إن تصورها يصعب كثيراً من تصور أبعاد النجوم الشاسعة. فإن قطرها يبلغ نحو ١٠٠,٠٠٠ سنة ضوئية، وتقع أسرة الشمس على بعد ٣٠,٠٠٠ سنة ضوئية من المركز و ٢٠,٠٠٠ سنة ضوئية من حافة الفطيرة. والفطيرة، كما ذكرنا من قبل، منفوشة عند المركز ثم يقل سمكها تدريجياً في اتجاه الحافة حيث يبلغ نهايته الصغرى.

والآن: ما الذي تتكون منه هذه الفطيرة؟

إنها تتكون من نجوم وأتربة وغازات، وهي تحتوي على ١٠٠,٠٠٠ مليون نجم. ومعظم النجوم الخافتة تقع في حزام المجرة. ولا شك في أن أغزر المناطق عند المركز هو أشد أجزائها لمعاناً. إذ لدينا من الأدلة، برغم أننا نكاد لا نرى منه شيئاً، ما يجعلنا نعتقد أنه يحتوي على عدد كبير من المجموعات الكروية كما أن المجرة تحيط بها مجموعات كروية [illegible] النجوم [illegible] موزعة من المركز نحو الحافة توزيعاً منظماً ولكنها تتركز على الأكثر في [illegible] صادرة من المركز تحتوي على نجوم زرقاء شديدة اللمعان، وتنتشر [illegible] من إحدى هذه الأذرع [illegible]

وتتركز معظم الأتربة في طبقة تتوسط الفطيرة ولو كنا نعيش في وسط الفطيرة أيضاً، ولما كانت بعض السحب الترابية يبلغ امتدادها مئات السنين الضوئية، فستدرك لماذا لا نعرف شيئاً يذكر عما يجري عند المركز [illegible] بحيث إننا لا نرى إلا نحو جزء من مائة جزء من مجرتنا [illegible] و [illegible] نستطيع التكوين [illegible] جزء صغير من منطقة [illegible]

أما الغازات فتكاد تكون كلها هدروجين [illegible] من نجوم [illegible] في "الإعلانات الضوئية" [illegible] الأكثر في [illegible] يتوهج [illegible] وهو يجعل النجم



[illegible] في شكل مقطع مجرتنا كما نرى المكان الذي تحتله الشمس

[illegible] بواسطة [illegible] يبدو مهروزاً في بعض المناطق عندما تكون الأتربة بالقرب من النجوم فإنها تعكس قدر كافٍ من الضوء بحيث تغطي [illegible] ضعيفة. والأتربة [illegible] يغطي بعد [illegible]، ولكن [illegible] ضعف من [illegible] بالعين المجردة.

فقد [illegible] يوجد سحب غازية ضخمة [illegible] عديدة من [illegible] الضوئية ولكن لا [illegible] كثيفة [illegible] في [illegible] ماده الشمس التي [illegible] سحب كبيرة تحتوي على ١٠٠ مليون مليون [illegible] مليون ذرة [illegible] بالمقارنة [illegible] النجوم فإنها لا تحتوي إلا على نحو [illegible] ذرة [illegible] في [illegible] كثافة من أي [illegible] غازي يمكن أن يحصل عليه [illegible] ومع ذلك [illegible] يوجد من [illegible] يكفي لتكوين [illegible] مليون نجم [illegible] وهذا يبين [illegible] أن معظم [illegible] الضخمة التي هي مجرتنا [illegible] النجوم تبعد بعضها عن بعض [illegible] شاسعة.

والنجوم التي بمجرتنا ليست بالطبع ساكنة لأنه لا يوجد في الأشياء شيء ساكن [illegible] على الحركة [illegible] يسقط نحو الأرض [illegible] الأرض فإنها تسقط نحو الشمس، [illegible] النجوم ساكنة فإنها تسقط نحو

مركز المجرة [illegible] فإن مجرتنا هي مجموعة من النجوم تدور حول مركز [illegible] ويستغرق الشمس، وهي تجر كواكبها معها، مائتي سنة في الدوران حول مركز المجرة دورة كاملة ومدار الشمس من الطول بحيث إنها لم تتم إلا عشرين دورة منذ ولادتها.

وليست من السهل تكوين صورة عن المجرة وشكلها وتركيبها وصحابتها.

ولكن من حسن الحظ [illegible] وجدنا [illegible] من مجرتنا في السماء ونستطيع أن نوجه منظارنا [illegible] نحوها ونرى كيف تبدو مجرتنا.

[illegible] بعد [illegible] عقدار مليون ونصف مليون سنة ضوئية، ومع ذلك [illegible] في ليلة من ليالي [illegible] نجوم كوكبة [illegible] [illegible] أن نرى هذا النموذج [illegible] من نجومها [illegible] هذا النموذج مجرة [illegible] [illegible] (٢) [illegible] من درجتها في [illegible] ولكن يبحث عن [illegible] ووضع قائمة بجميع الأشياء التي تبدو في [illegible] كبقع مهزوزة [illegible] لا يظن [illegible] وكانت مجرة [illegible] هي [illegible] في قائمة هذه الأشياء.

وعند [illegible] الأولى لا [illegible] بين مجرتنا ومجرة [illegible] لأنها تبدو [illegible] ولكن [illegible] على خط [illegible] من [illegible] [illegible] مجرة [illegible] مجرتنا من [illegible] الموجود فيها [illegible] نفسه، وقد [illegible] من مركز [illegible] مركز مجرتنا [illegible] وهي [illegible] مجرتنا في [illegible] وتحتوي على [illegible] نفسه من النجوم [illegible] من [illegible] بعضها [illegible] بعض [illegible] على عدد [illegible] من [illegible] على لمعان الشمس، وهذا من حسن الطالع [illegible] الفلكيين، [illegible] المعان، استطاعوا أن يقدروا لأول مرة بعد [illegible] (٣) وكانت هذه النجوم [illegible] من نوع المتغيرات العيارية التي يعادل لمعانها الحقيقي [illegible] الشمس [illegible] ضعف، ومن [illegible] الظاهري، [illegible] بالطبع، استطاعوا أن يصلوا [illegible] أن هذه النجوم، وبالتالي مجرة

وهي تقع بجوار كوكبة [illegible]، وتتكون من هذه نجوم في صف واحد [illegible] من ثلاثة نجوم [illegible] [illegible]

[illegible]

«مسييه ٣١» يجب أن تكون على بعد مليوني مليون ونصف مليون سنة ضوئية حتى يكون لمعانها الظاهري بهذا الخفوت.

ويوجد بأذرعها اللولبية أتربة وغبرات مماثلة تماماً لما يوجد بأذرع مجرتنا ويحيط بها عدد من التجمعات الكروية التي تحتوي على نجوم [illegible] وفي الواقع نعتبر مجرة «مسييه ٣١» مشابهة لمجرتنا تماماً بحيث يمكن أن نعتبرها صورة لمجرتنا.

وقد راجع الفلكيون قائمة مسييه التي كانت تحتوي على ١٠٤ من الأشياء المشهورة التي يبدو [illegible] ووجدوا أن نحو مائة منها مجرات. وقد اكتشفت المناظير الفلكية الحديثة [illegible] ملايين. وربما نجد هذه المجرات تمتد إلى مدى بضعة آلاف ملايين من السنين الضوئية وما يليه دون أن يتناقص عددها. ولذلك فإن لدينا ما يسوغ الاعتقاد بأن [illegible] المناظير الفلكية.

وكل مجرة هي مدينة نجمية ضخمة، وقد لا تكون مشابهة تماماً لمجرتنا — فقد لا يكون لها أذرع لولبية، أو لا يكون بها أتربة أو غازات. وقد تكون أصغر من

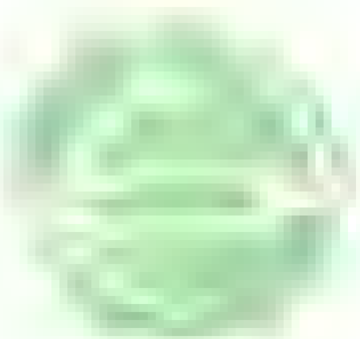


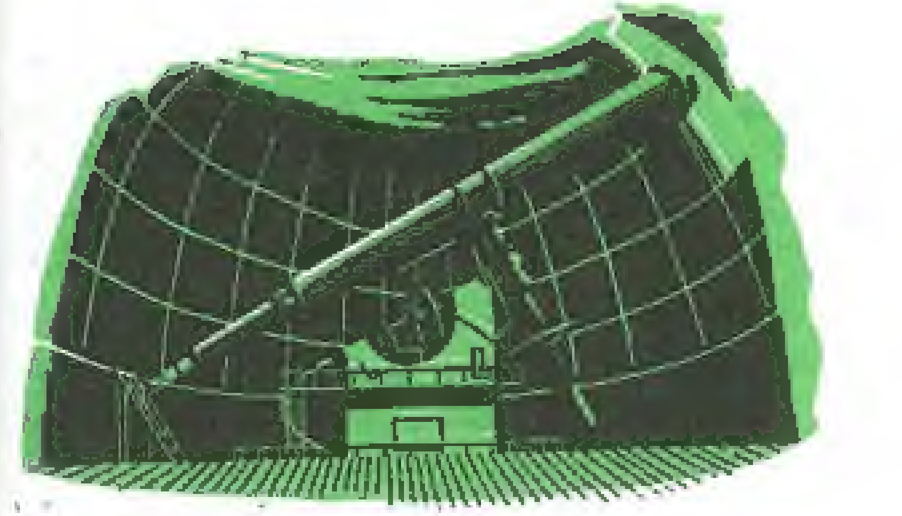
تكشف الأرصاد عن مجرات تلو مجرات

مجرتنا أو أكبر منها. ومعظم المجرات أصغر من مجرتنا ولكن حتى أصغرها تضم ملايين النجوم وتدور في الفضاء كالرحى. وكل مجرة تبدو منعزلة بعيدة في حركتها وينفصلها عن غيرها من المجرات مسافات سحيقة من الفضاء [illegible] القاسي البارد. والمجرات في مجموعها تكون الوحدات الأساسية للكون الذي هو كون واسع سعة لا يمكن للعقل أن يتصورها.

ومن المجرات ما يبعث موجات كهرمغنطيسية في نطاق الأطوال الموجية الراديوية، وقد كان هذا هو الأساس الذي قام عليه علم الفلك الراديوي الذي مد [illegible] إلى بضعة آلاف من السنين الضوئية. وهو ما قصرت المناظير الفلكية عن بلوغه.

وقد كشف المنظار الراديوي في عام ١٩٦٠ عن أجسام غريبة غامضة في الكون تبعث بموجات راديو وأشعة تحت حمراء وضوء منظور بمعدلات عالية للغاية. وسميت هذه الأجسام «كوازارات» والكوازار اسم مكون من الحروف الأولى للمصطلح الإنجليزي quasi stellar radio source ومعناه مصدر موجات الراديو الشبيه بالنجم، ويبدو أن بعض هذه الكوازارات، وهي مجرات، يبعد عنا بما يزيد على ٥٠٠٠ مليون سنة ضوئية بل هناك ما يدل على وجود كوازار على بعد ٩٠٠٠ مليون سنة ضوئية ومعنى هذا أننا عندما نرصد هذا الجسم لأن فإننا نرى الأحداث التي وقعت منذ ٩٠٠٠ مليون سنة، أي أننا نرى من الماضي السحيق، وربما نستطيع بذلك كشف بعض من أسرار الكون ونشأته





الفصل العشرون

هل توجد عوالم أخرى يقطنها بشر؟

من أين أتت كل هذه المجرات؟ وكيف نشأت النجوم؟

إن الفلكيين يختلفون حول أشياء كثيرة ولكنهم جميعًا يكادون يتفقون على أمر واحد وهو أن كل ما نشاهده اليوم فى كوننا إما أن يكون قد نشأ أو بدأ مرحلة جديدة من حالة سابقة، منذ نحو أربعة آلاف مليون سنة، ولم يكن يوجد إذ ذاك أية نجوم، ولم يكن هناك سوى سحب بالغة الضخامة من الذرات أى تكتلات غازية.

والسحب الغازية لا تقف ساكنة، كما يعلم كل من شاهد الدخان وهو يتصاعد من المداخن، ولكنها تدور وتتمخض وتتقطع إلى دوامات، وعندما تتقطع فإن الجسيمات تتجاذب بفعل قوة الجذب العامة.

وهذا هو ما حدث للسحب الأصلية التى تشكل منها الكون، فقد تكاثفت إلى تكتلات من الغاز الدوار، وأخذت بسبب دورانها تنبعج وتتفلطح ببطء حتى اتخذت شكل فطائر ولولبيات وأصبحت مجرات – مجرات فى مرحلة الطفولة، ولم تكن

النجوم قد تكونت بعد، ولكن التقطع والتكاثف لم يقفا عند هذا الحد، واستمرت الغازات تتشكل فى تكتلات، وفى الأفرع اللولبية للمجرات استمرت التكتلات فى التكاثف حتى تحولت إلى كرات، وكلما ازداد تكاثفها ازدادت حرارتها الباطنية، وفى النهاية أصبحت من الشدة بحيث بدأ الهدروجين الذى فى مركزها يتحول إلى هليوم وبدأت كرات الغاز فى التوهج – فى إشعاع الضوء وإطلاق الحرارة. وهكذا ولدت النجوم.

ولكن النجوم لم تولد كلها فى وقت واحد. ونحن نعلم أن بعض النجوم المشرقة لا تزال غنية بهدروجينها. وهذا يدل على أنها لابد أن تكون قد ولدت بعد بعض النجوم الأخرى، وإلا لكانت قد استنفدت هدروجينها منذ أمد طويل. وكانت ولادة النجوم فى أوقات متفاوتة خلال أربعة آلاف مليون سنة. ولا تزال الآن تولد نجوم من الغازات المتخلفة بين النجوم. وستظل النجوم تولد لمدى آلاف من ملايين السنين القادمة. ستولد نجوم وستموت نجوم.

والآن قد حان الوقت لتناول السؤال الذى كان يراودنا طول الوقت، وهو:

توجد نجوم تتبعها، كالشمس، كواكب تماثل كواكبنا؟ وهل توجد حياة على أى منها؟

لقد جاء وقت كان الناس فيه يرفضون حتى معالجة هذه الفكرة، فقد كانوا يعتقدون أن الكون قد خلق من أجلهم، وأنه لا توجد أحياء عاقلة غيرهم. ولكننا الآن لم نعد نفكر مثل هذا التفكير، بل إننا نود أن توجد أحياء عاقلة مثلنا على كواكب أخرى، فهل توجد مثل هذه الكواكب؟

للإجابة عن هذا السؤال علينا أن نسأل سؤالاً آخر، وهو: كيف نشأت الكواكب؟ إذا كانت قد نشأت بطريق المصادفة فلا نستطيع أن نتوقع أنه توجد نجوم كثيرة لها توابع من الكواكب. أما إذا كانت قد وجدت كإجراء عادى تقوم به الطبيعة فى جنبات الكون، فمن المحتمل كثيراً أنه يوجد عدد كبير من النجوم تتبعها كواكب. والفلكيون مختلفون فى هذا الشأن اختلافاً كبيراً.

فبعضهم يعتقدون أن الكواكب نشأت عندما مرّ نجم على مسافة قريبة من الشمس، ويقولون إن النجم أحدث مدًّا بالشمس وسحب كتلة غازية منها. ومن هذه الكتلة السحابية تكاثفت النجوم. فإذا كانت النجوم قد نشأت بهذه الطريقة



تتكون المجرات من غازات متحركة حركة دورانية

فلا يمكن أن يوجد عدد كبير من الكواكب في الكون، لأن ممرات السماء، كما سبق القول، عريضة جدًا واحتمال وقوع تصادم أو مايقرب من تصادم في هذه الممرات ضعيف للغاية.

ويعتقد بعض آخر أن الأمر لم يكن بحاجة إلى أن يمر نجم بالقرب من الشمس حتى تتكون الكواكب. ويقولون إن الكواكب تكونت من مادة مقذوفة من الشمس. فإذا كان الأمر كذلك فقد توجد نجوم كثيرة تتبعها كواكب.

ويعتقد بعض آخر أيضًا أن النجوم نشأت نتيجة لحدوث انفجار. فمن رأيهم أن الشمس لم تكن منفردة بنفسها على الدوام كما هي الآن، بل كان لها، في وقت ما، رفيق وأن هذا الرفيق كان أحد تلك النجوم الشديدة الإسراف التي استنفدت رأسمالها وانتهى بها الأمر إلى انفجار فوق عادى. وهم يعتقدون أن الكواكب تكونت من قطعة من المادة المتفجرة التي استطاعت الشمس أن تحتفظ بها، على حين اندفع باقي النجم المتفجر مبتعدًا في الفضاء. فإذا كانت هذه هي كيفية نشوء الكواكب فينبغي أن يوجد عدد كبير من النجوم تتبعها الكواكب. لأن المتفجرات فوق العادية لا توجد في مجرتنا فقط بل توجد في المجرات الأخرى. وفي خلال أربعة آلاف مليون السنة لابد أن تكون قد حدثت انفجارات كثيرة في الكون هنا وهناك. وقد قدر أحد الفلكيين أنه لابد أن يوجد في مجرتنا وحدها نحو عشرة ملايين نظام كوكبي. كما قدر أن الحياة ممكنة على نحو ١٠٠,٠٠٠ كوكب على الأقل.

وإنه لتفكير مثير؛ لأن العلماء من رأيهم أنه حيثما يكون ظهور الحياة ممكنًا فإنها تظهر فعلا. وإذن فمن الممكن أنه توجد كائنات عاقلة مثل الجنس البشرى على أي عدد من الكواكب. وقد يكونون في هذه اللحظة يتطلعون إلى السماء ويتساءلون عما إذا كانت توجد كائنات مثلهم على أية كواكب أخرى!

هل سنتمكن من الوصول إليهم في يوم من الأيام؟

إن ذلك بعيد الاحتمال. قد نستطيع أن نعبر إلى القمر لأنه لايبعد عنا إلا بمقدار ثانية ونصف الثانية الضوئية. ولكن أقرب نجم يبعد بما يزيد على أربع سنوات ضوئية. وربما لن نتمكن من عبور هذه المسافة الكبيرة، لأننا حتى لو انطلقنا بسرعة الضوء المستحيلة، فلن نصل إليه إلا بعد أكثر من أربع سنوات. فنحن إذن محصورون إلى الأبد داخل تلك المنطقة الصغيرة التي تحيط بالشمس.



إن حزام المجرة هو موطننا في السماء

ولن تستطيع أن نذهب بعيدًا إلا على جناح الخيال. وقد تلقى الإنسان ضربات أصابت كبرياءه واحدة بعد أخرى. فكان يعتقد أن الأرض هي مركز الكون وأن كل شيء قد خلق من أجله. فوجد أن عليه أن يتخلى عن هذا الاعتقاد. لأنه وجد أن الشمس ليست إلا نجمًا عاديًا بين آلاف الملايين من نجوم أخرى. ووجد أن مجرته ماهي إلا واحدة من ألف مليون مجرة يذخر بها الكون. ومع ذلك، فبرغم ضآلته هذه، فإن لديه مايسوغ أن يفخر بنفسه. فقد أتى بما يشبه المستحيلات وربما كان أعظم ما أنجزه العقل البشري هو كشفه عن أسرار النجوم.

أهم الكلمات والمصطلحات الفلكية
الواردة بالكتاب

حجر نيزكى	Meteorite
حزام المجرة (درب التبانة)	Milky Way
سديم – سحابة غازية أو ترابية	Nebula
نبتيون	Neptune
نجم عادى التفجير	Novae
مدار	Orbit
كوكبة الجبار – الجوزاء	Orion
كوكبة فرساوس	Perseus
أوجه (مثل أوجه القمر)	Phases
كوكب	Planet
الثريا	Pleiades
بلوتو – آخر الكواكب المعروفة	Pluto
زحل	Saturn
تابع – قمر	Satellite
بقعة شمسية	Sunspot
نجم فوق التفجير	Supernovae
برج الثور	Taurus
أورانوس	Uranus
متغير	Variable
الزهرة	Venus
قنطورس	Alpha Centaurus
المرأة المسلسلة	Andromeda
نجيم (كوكب ضئيل الحجم)	Asteroid
وعاء الدب الأكبر	Big Dipper
كوكبة ذات الكرسى	Cassiopeia
المتغيرات القيفاوية	Cepheid Variables
كوكبة قيفاوس أو الملتهب	Cepheus
تجمع	Cluster
مذنب	Comet
كوكبة	Constellation
إكليل	Corona
نجم مزدوج	Double star
مجرة – مدينة نجمية	Galaxy
تجمع كروى	Globular Cluster
كوكبة الجاثى (هرقل)	Hercules
المشترى	Jupiter
المريخ	Mars
عطارد	Mercury
نيزك	Meteor